

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年12月12日
Date of Application:

出願番号 特願2002-360420
Application Number:

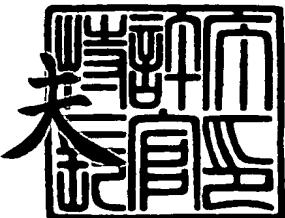
[ST. 10/C] : [JP2002-360420]

出願人 セイコープレシジョン株式会社
Applicant(s):

2003年11月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 Y1J0823
【提出日】 平成14年12月12日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G01B 11/00
【発明者】
【住所又は居所】 千葉県習志野市茜浜一丁目1番1号 セイコープレシジョン株式会社内
【氏名】 金光 史呂志
【特許出願人】
【識別番号】 396004981
【氏名又は名称】 セイコープレシジョン株式会社
【代理人】
【識別番号】 100059959
【弁理士】
【氏名又は名称】 中村 稔
【選任した代理人】
【識別番号】 100067013
【弁理士】
【氏名又は名称】 大塚 文昭
【選任した代理人】
【識別番号】 100082005
【弁理士】
【氏名又は名称】 熊倉 穎男
【選任した代理人】
【識別番号】 100065189
【弁理士】
【氏名又は名称】 宮戸 嘉一

【選任した代理人】

【識別番号】 100074228

【弁理士】

【氏名又は名称】 今城 俊夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100084009

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 信夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100082821

【弁理士】

【氏名又は名称】 村社 厚夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100086771

【弁理士】

【氏名又は名称】 西島 孝喜

【選任した代理人】

【識別番号】 100084663

【弁理士】

【氏名又は名称】 箱田 篤

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008604

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 角度検出装置及びそれを備えたプロジェクタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同一平面上に基線長だけ離間して配置された一対のレンズと、該一対のレンズから所定距離だけ離間して上記基線長方向に延びるように配置されて上記一対のレンズを介して距離測定対象である平面的物体がその上に結像される複数の検出器の列からなるラインセンサと、該ラインセンサからの出力に基づいて上記基線長及び上記ラインセンサを含む平面上において複数の異なる測距方向上有る上記測定対象上の複数の異なる位置までの距離をそれぞれ演算する演算部とを備えたライン型測距装置と、

上記演算部が演算した距離の少なくとも 2 つの演算結果を用いて、これらの演算結果の相関関係を表わす直線の近似を行ない、上記近似された直線の傾きを求め、この傾きに基づいて、上記基線長及び上記ラインセンサを含む平面上で、上記平面的物体の上記同一平面に対する傾斜角度を算出する傾斜角度算出部と、を含むことを特徴とする角度検出装置。

【請求項 2】 上記演算部が、上記距離として、上記複数の異なる測距方向上有る上記測定対象上の複数の異なる位置から上記基線を延長した第 1 の直線上にそれぞれ下ろした複数の垂線の長さを演算し、

上記傾斜角度算出部が、上記複数の異なる位置に対応する上記第 1 の直線上の複数の座標位置をそれぞれ決定する座標位置算出部をさらに有し、上記決定された座標位置とそれに対応した上記演算された距離の一対から定められる上記位置の複数の間の相関関係を表わす直線を近似し、その直線の傾きから上記傾斜角度を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の角度検出装置。

【請求項 3】 上記相関関係を表わす直線の近似は、最小二乗法によることを特徴とする請求項 2 に記載の角度検出装置。

【請求項 4】 同一平面上に基線長だけ離間して配置された一対のレンズと、該一対のレンズから所定距離だけ離間して上記基線長方向に延びるように配置されて上記一対のレンズを介して距離測定対象である平面的物体がその上に結像される複数の検出器の列からなるラインセンサと、該ラインセンサからの出力に

基づいて上記基線長及び上記ラインセンサを含む平面上において複数の異なる測距方向上にある上記測定対象上の複数の異なる位置までの距離をそれぞれ演算する演算部とを備えたライン型測距装置と、

上記演算された距離から、上記測定対象上の複数の異なる位置のいくつかを含む複数の小グループの位置の代表値をそれぞれ求める代表値算出部と、

上記代表値算出部から求められた複数の代表値を用いて、これらの代表値の相関関係を表わす直線の近似を行ない、上記近似された直線の傾きを求め、この傾きに基づいて、上記基線長及び上記ラインセンサを含む平面上で、上記平面的物体の上記同一平面に対する傾斜角度を算出する傾斜角度算出部と、

を含むことを特徴とする角度検出装置。

【請求項 5】 上記演算部が、上記距離として、上記複数の異なる測距方向上にある上記測定対象上の複数の異なる位置から、上記基線長を延長した第1の直線上にそれぞれ下ろした複数の垂線の長さを演算し、

上記代表値算出部が、上記演算された距離から、上記測定対象上の複数の異なる位置のいくつかを含む複数の小グループの位置の代表値までの距離をそれぞれ求め、

上記傾斜角度算出部が、上記位置の代表値に対応する上記第1の直線上の座標位置を決定する座標位置算出部をさらに有し、上記決定された座標位置とそれに対応した上記位置の代表値までの距離の一対から定められる代表値の複数の間の相関関係を表わす直線を近似して、その直線の傾きから上記傾斜角度を算出することを特徴とする請求項4に記載の角度検出装置。

【請求項 6】 上記相関関係を表わす直線の近似は、最小二乗法によることを特徴とする請求項5に記載の角度検出装置。

【請求項 7】 上記代表値算出部は、上記測定対象上の複数の異なる位置の内から、互いに隣接した所定数の上記位置を含む小グループを、この小グループに含まれる上記位置を一つずつずらして複数個作り、小グループ毎の位置の代表値までの距離を、上記各小グループに含まれる上記位置までの距離から求めることを特徴とする請求項4項乃至6項のいずれかに記載の角度検出装置。

【請求項 8】 平面状物体の測定対象上の実質的に直線的に並んだ互いに異

なる複数の測定地点までの距離を測定する測定距離装置と、

少なくとも 2 つの測定された上記距離の間の相関関係を表わす直線を近似し、近似された直線の傾きを求め、該傾きに基づいて、上記測定対象の上記測定距離装置に対する傾斜角度を算出する傾斜角度算出部と、

を含むことを特徴とする角度検出装置。

【請求項 9】 平面状物体の測定対象上の実質的に直線的に並んだ互いに異なる複数の測定地点までの距離を測定する測定距離装置と、

上記複数の測定された距離に基づいて少なくとも 2 つの代表測距値を求める代表距離値決定部と、

少なくとも 2 つの上記代表測距値の間の相関関係を表わす直線を近似し、近似された直線の傾きを求め、該傾きに基づいて、上記測定対象の上記測定距離装置に対する傾斜角度を算出する傾斜角度算出部と、

を含むことを特徴とする角度検出装置。

【請求項 10】 上記測定対象が、画像が投影されるスクリーンであることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の角度検出装置。

【請求項 11】 画像をスクリーンに投影するプロジェクタであって、請求項 10 に記載の角度検出装置と、上記角度検出装置が算出した傾斜角度に基づいて上記スクリーン上の上記画像の歪みを補正する画像歪み補正部とを含むことを特徴とするプロジェクタ。

【請求項 12】 上記測距装置の出力に基づいて上記スクリーン上の画像の合焦を制御する合焦制御部をさらに有する請求項 11 に記載のプロジェクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ライン型測距装置を利用した角度検出装置及びそれを備えたプロジェクタに関する。

【0002】

【従来の技術】

液晶プロジェクタなどのプロジェクタを使用した場合、プロジェクタの投射光

軸及びこのプロジェクタにより投影されるスクリーン平面の相対的な位置関係により、スクリーン上に投影された画像に台形歪みと呼ばれる歪みが生じる不具合がある。この台形歪みは、プロジェクタがスクリーン前方から画像を投射する際に、見る者の邪魔にならないようにプロジェクタの位置がスクリーンの中心からずらされるため、プロジェクタの投射光軸がスクリーン平面に対して垂直ではなく傾斜し、この結果、スクリーン上部がスクリーン下部よりもプロジェクタから遠く（又は近く）なることにより発生する。また、スクリーン右側がスクリーン左側よりもプロジェクタから遠く（又は近く）なることによっても発生する。

【0003】

従来より、この台形歪を自動的に補正するために、スクリーン平面がプロジェクタ投射光軸に対して垂直な状態からどれだけ傾斜しているかを示す傾斜角度を自動的に検出して、検出された傾斜角度に応じて、プロジェクタ内部の映像回路において投影画像とは逆の台形歪を持つ画像を生成してそれを投影する電気的補正方法や、プロジェクタの投射光学系の投射レンズ（コンデンサレンズ）の傾きを調整する光学的補正方法が用いられている（特許文献1）。

【0004】

【特許文献1】

特開平2000-122617号公報（段落0044及び図2参照）

【0005】

プロジェクタの投射光軸がスクリーン平面に対して垂直な状態からどれだけ傾いているかの相対的な傾斜角度を自動的に検出するため、従来の角度検出装置としては、特許文献1に示されるものがある。この特許文献1に記載されているものは、プロジェクタ本体1の正面の上下に所定距離だけ離間して配置された2つのアクティブ測距センサにより、スクリーンとのそれぞれの距離を測定して、相対的な傾斜角度を求めるものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特許文献1に記載された従来技術の角度検出装置では、2つの距離を測定して、プロジェクタの投射光軸がスクリーン平面に対して垂直な方向から傾

いた相対的な傾斜角度を求める構成であるため、2つの距離測定の内のいずれか一方又は両方がノイズ等のために正しく測定されないと、傾斜角度の検出精度が悪化してしまい、正しく台形歪の補正ができないという問題点があった。

【0007】

従って、本発明の目的は、1つの距離がノイズ等のためにたとえ正確に測定できなくとも、傾斜角度をできるだけ正確に検出できるようにして、従来の問題点を解決した、測距装置を利用した角度検出装置及びそれを備えたプロジェクタを提供することである。

【0008】

なお、上記問題点を解決するために、本出願人は平成14年8月30日付で特願2002-253402号を出願しているが、本発明はこの先願発明にも関連する。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載された本発明によれば、同一平面上に基線長だけ離間して配置された一対のレンズと、一対のレンズから所定距離だけ離間して基線長方向に延びるように配置されて一対のレンズを介して距離測定対象である平面的物体がその上に結像される複数の検出器の列からなるラインセンサと、ラインセンサからの出力に基づいて基線長及びラインセンサを含む平面上において複数の異なる測距方向上にある測定対象上の複数の異なる位置までの距離をそれぞれ演算する演算部とを備えたライン型測距装置と、演算部が演算した距離の少なくとも2つの演算結果を用いて、これらの演算結果の相関関係を表わす直線の近似を行ない、近似された直線の傾きを求め、この傾きに基づいて、基線長及びラインセンサを含む平面上で、平面的物体の同一平面に対する傾斜角度を算出する傾斜角度算出部とを含むことを特徴とする角度検出装置が提供される。

【0010】

本発明のかかる構成によれば、ライン型測距装置により測定対象の平面的物体上に直線的に並んだ複数の位置までの距離を測定し、複数の測定された距離の相関関係を表わす直線を近似して求める。この求められた直線の傾きから測定対象

の平面上物体の傾斜角度を算出する。測距結果の相関関係を表わす直線を近似して角度を求めることにより、測定対象の平面的物体上の複数位置までの距離測定の内のいくつかが、たとえノイズ等又は製造誤差に起因して正しくできない場合でもその影響を少なくして一義的に傾斜角度を決定することができる。さらに、1つのライン型測距装置を備えることにより、測定対象の平面的物体上の互いに異なる複数の位置までの距離を測定することができるため、従来装置のように測定位置の増大に応じて測距装置を増やす必要が無く、角度検出装置の構成が簡略化できる。

【0011】

請求項2に記載された本発明によれば、請求項1に記載において、演算部が距離として、複数の異なる測距方向上にある測定対象上の複数の異なる位置から基線を延長した第1の直線上にそれぞれ下ろした複数の垂線の長さを演算し、傾斜角度算出部が、複数の異なる位置に対応する第1の直線上の複数の座標位置をそれぞれ決定する座標位置算出部をさらに有し、決定された座標位置とそれに対応した演算された距離の一対から定められる位置の複数の間の相関関係を表わす直線を近似し、その直線の傾きから傾斜角度を算出することを特徴とする角度検出装置が提供される。

【0012】

本発明のかかる構成によれば、ライン型測距装置により測定対象の平面的物体上に直線的に並んだ複数の位置までの距離を測定する際、複数の位置から基線を延長した直線までの距離及び複数の位置に対応する当該直線上の座標位置を求め、これら距離及びそれに対応する座標位置の一対から複数の位置を求めて、求められた複数の位置間の相関関係を表わす直線を近似して、その直線の傾きから測定対象の傾斜角度を求めることにより、測定対象の平面的物体上の1つの位置までの距離測定がノイズ等又は製造誤差に起因して正しくできない場合でもその影響を少なくすることができる。

【0013】

請求項3に記載された本発明によれば、請求項2の記載において、相関関係を表わす直線の近似は、最小二乗法によることを特徴とする角度検出装置が提供さ

れる。

【0014】

本発明のかかる構成によれば、最小二乗法によって相関関係を表わす直線を近似して、その傾きから測定対象の傾斜角度を求める。この結果、精度の高い角度検出装置が達成できる。

【0015】

請求項4に記載された本発明によれば、同一平面上に基線長だけ離間して配置された一対のレンズと、一対のレンズから所定距離だけ離間して基線長方向に延びるように配置されて一対のレンズを介して距離測定対象である平面的物体がその上に結像される複数の検出器の列からなるラインセンサと、ラインセンサからの出力に基づいて基線長及びラインセンサを含む平面上において複数の異なる測距方向上にある測定対象上の複数の異なる位置までの距離をそれぞれ演算する演算部とを備えたライン型測距装置と、演算された距離から測定対象上の複数の異なる位置のいくつかを含む複数の小グループの位置の代表値をそれぞれ求める代表値算出部と、代表値算出部から求められた複数の代表値を用いて、これらの代表値の相関関係を表わす直線の近似を行ない、近似された直線の傾きを求め、この傾きに基づいて、基線長及びラインセンサを含む平面上で、平面的物体の同一平面に対する傾斜角度を算出する傾斜角度算出部とを含むことを特徴とする角度検出装置が提供される。

【0016】

本発明のかかる構成によれば、測定対象上の互いに隣接したいくつかの位置を含む小グループに分けて、小グループ毎に複数の測距結果から信頼性の高い代表値をそれぞれ求めて、この複数の代表値の間の相関関係を表わす直線を近似し、その直線の傾きから傾斜角度を算出する。このように、個別の測距結果のバラツキをできるだけ少なくした信頼性の高い測距結果の代表値を使用するため、精度の高い角度検出装置が達成できる。

【0017】

請求項5に記載された本発明によれば、請求項4に記載の角度検出装置において、演算部が距離として、複数の異なる測距方向上にある測定対象上の複数の異

なる位置から、基線長を延長した第1の直線上にそれぞれ下ろした複数の垂線の長さを演算し、代表値算出部が演算された距離から、測定対象上の複数の異なる位置のいくつかを含む複数の小グループの位置の代表値までの距離をそれぞれ求め、傾斜角度算出部が位置の代表値に対応する第1の直線上の座標位置を決定する座標位置算出部をさらに有し、決定された座標位置とそれに対応した位置の代表値までの距離の一対から定められる代表値の複数の間の相関関係を表わす直線を近似して、その直線の傾きから傾斜角度を算出することを特徴とする角度検出装置が提供される。

【0018】

本発明のかかる構成によれば、距離として基線を延長した第1の直線上に複数の位置から下ろした垂線の長さとし、測定され距離の結果を小グループに分けて、小グループ毎に、測距結果の信頼性が高い代表値とその代表値に対応した第1の直線上の座標位置を求め、代表値と座標位置の一対から決まる代表値の相関関係を表わす直線を近似している。信頼性の高い代表値を用いる結果、測定対象の平面的物体上の1つの位置までの測距結果がノイズ等又は製造誤差に起因して正しくできない場合でもその影響を少なくすることができて、測距結果のバラツキが少なくなるため、相関関係を表わす直線を精度の高く求めることができ、この結果、精度の高い角度検出装置を達成できる。

【0019】

請求項6に記載の本発明によれば、請求項5の角度検出装置に記載において、相関関係を表わす直線の近似は、最小二乗法によることを特徴とする角度検出装置が提供される。

【0020】

本発明のかかる構成によれば、最小二乗法によって相関関係を表わす直線を近似して、その傾きから測定対象の傾斜角度を求める。この結果、精度の高い角度検出装置が達成できる。

【0021】

請求項7に記載の本発明によれば、請求項4項乃至6項のいずれかに記載の角度検出装置において、代表値算出部は、測定対象上の複数の異なる位置の内から

、互いに隣接した所定数の上記位置を含む小グループを、この小グループに含まれる上記位置を一つずつずらして複数個作り、小グループ毎の位置の代表値までの距離を、各小グループに含まれる上記位置までの距離から求めることを特徴とする角度検出装置が提供される。

【0022】

本発明のかかる構成によれば、小グループを測定対象上の複数の異なる位置の内から、互いに隣接した所定数の上記位置を含む小グループを、この小グループに含まれる上記位置を一つずつずらして複数個作り、小グループ毎に代表値算出部が測距結果から信頼性の高い代表値を算出して、傾斜角度の算出に使用するため、製造誤差や雑音等に起因した各測距結果のバラツキが少なくなり、さらに、求められた信頼性の比較的高い代表値の数も多くできるので、これらの相関関係を表わす直線の近似を正確に行なうことができ、この直線の傾きを検出することにより精度の高い角度検出装置を達成できる。

【0023】

請求項8に記載の本発明によれば、平面状物体の測定対象上の実質的に直線的に並んだ互いに異なる複数の測定地点までの距離を測定する測定距離装置と、少なくとも2つの測定された距離の間の相関関係を表わす直線を近似をし、近似された直線の傾きを求め、この傾きに基づいて、測定対象の測定距離装置に対する傾斜角度を算出する傾斜角度算出部とを含むことを特徴とする角度検出装置が提供される。

【0024】

本発明のかかる構成によれば、測定対象の平面的物体上に直線的に並んだ複数の位置までの距離を測定し、測定された距離の相関関係を表わす直線を近似して求め。この求められた直線の傾きから測定対象の平面上物体の傾斜角度を算出する。測距結果の相関関係を表わす直線を近似して求めることにより、測定対象の平面的物体上の位置までの距離測定がたとえノイズ等又は製造誤差に起因して正しくできない場合でもその影響を少なくすることができる。このため、精度の高い角度検出装置を達成できる。

【0025】

請求項 9 に記載の本発明によれば、平面状物体の測定対象上の実質的に直線的に並んだ互いに異なる複数の測定地点までの距離を測定する測定距離装置と、複数の測定された距離に基づいて少なくとも 2 つの代表測距値を求める代表距離値決定部と、少なくとも 2 つの代表測距値の間の相関関係を表わす直線を近似し、近似された直線の傾きを求め、この傾きに基づいて、測定対象の測定距離装置に対する傾斜角度を算出する傾斜角度算出部と、を含むことを特徴とする角度検出装置が提供される。

【0026】

本発明のかかる構成によれば、測定対象の平面的物体上に直線的に並んだ複数の位置までの距離を測定し、複数の測定された距離から少なくとも 2 つの代表値を求め、この少なくとも 2 つの代表値の相関関係を表わす直線を近似して求める。この求められた直線の傾きから測定対象の平面上物体の傾斜角度を算出する。測距結果の代表値の相関関係を表わす直線を近似して求めることにより、測定対象の平面的物体上の位置までの距離測定がたとえノイズ等又は製造誤差に起因して正しくできない場合でもその影響を少なくすることができる。このため、精度の高い角度検出装置を達成できる。

【0027】

請求項 10 に記載の本発明によれば、請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の角度検出装置において、測定対象が、画像が投影されるスクリーンであることを特徴とする角度検出装置が提供される。

【0028】

本発明のかかる構成によれば、スクリーンの台形歪みを補正するためのスクリーンの傾斜角度を検出することができる。

【0029】

請求項 11 に記載の本発明によれば、画像をスクリーンに投影するプロジェクタであって、請求項 10 に記載の角度検出装置と、上記角度検出装置が算出した傾斜角度に基づいて上記スクリーン上の上記画像の歪みを補正する画像歪み補正部とを含むことを特徴とするプロジェクタが提供される。

【0030】

本発明のかかる構成によれば、プロジェクタとスクリーンの相対的な傾斜角度に起因する画像の歪みを簡単な構成で自動的に正確に補正することができる。

【0031】

請求項12に記載の本発明によれば、請求項11に記載のプロジェクタにおいて、測距装置の出力に基づいてスクリーン上の画像の合焦を制御する合焦制御部をさらに有するプロジェクタが提供される。

本発明のかかる構成によれば、スクリーン上の画像を自動的に合焦できるプロジェクタを達成できる。

【0032】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0033】

図1は、本実施の形態による角度検出装置を備え、検出したスクリーン1の傾斜角度に基づいてスクリーン1に投影される画像の台形歪を電気的に補正するプロジェクタ2の概略ブロック図を示す。本実施の形態による角度検出装置は、水平面内及び垂直面内において、スクリーン1に対するプロジェクタ2の傾斜角度を検出するため、プロジェクタ2からスクリーン1平面上の水平方向及び垂直方向に並んだ複数の位置までの距離を測定する第1ライン型パッシブ測距装置3及び第2ライン型パッシブ測距装置4を備える。パッシブ測距装置は、自らが発光したり送信したりせずに、スクリーン1に投影された画像を受光して距離を測定する。ライン型測距装置は、複数の光検出器セルが直線状に配列されたラインセンサを有する。

【0034】

図2は、図1に示すプロジェクタ2の正面を示す平面図である。なお、本実施の形態の角度検出装置は、プロジェクタに設けられるものに限定されるものではなく、また、スクリーンとの傾斜角度を検出するものに限られるものでもなく、一般に、平面的物体との相対的な傾斜角度検出に適用できる。プロジェクタ2は本発明の角度検出装置が用いられる用途の一例である。

【0035】

図2に示すように、図1の第1ライン型パッシブ測距装置3は、プロジェクタ2の正面を構成する平面上に、水平方向に延びた第1の基線長k（図示せず）だけ離間して配置された一対のレンズ31a及び31bを備えた撮像部31を有する。同じく第2ライン型パッシブ測距装置4は、プロジェクタ2の正面を構成する同じ平面上に、撮像部31の水平方向と直交する垂直方向へ延びて第2の基線長k'（図示せず）だけ離間して配置された一対のレンズ41a及び41bを備えた撮像部41を有する。図2に示すように、プロジェクタ2の正面を構成する同じ平面上には、さらに投射光学系のレンズ（コンデンサレンズ等を含んでもよい。）8が設けられていて、スクリーン1上に画像を投射する光を照射する。

【0036】

図1を再び参照する。もし、投射レンズ8からスクリーン1へ照射される光軸がスクリーン1平面に対して垂直の位置関係にあれば、スクリーン1の上下（又は左右）は、投射レンズ8からの距離が等しく、スクリーン1上の画像には台形歪は発生しない。しかし、実際は、上述の通り、プロジェクタ2は、スクリーン1の前方から照射する際に見る者の邪魔にならないように、スクリーンの中心からは下又は上方に偏移されて置かれるため、プロジェクタ2の投射レンズ8からスクリーン1へ照射される投射光軸はスクリーン1平面に対して垂直の位置関係から傾斜している。

【0037】

このため、スクリーン1の上下は、投射レンズ8からの距離が異なり、よって、スクリーン1上に投影された画像に台形歪を生ずる。上述の通り、この台形歪を補正するためには、投射レンズ8の光軸の傾斜を光学的に補正するか、又は、台形歪で小さく（大きく）投射される部分を大きく拡大（小さく縮小）する画像処理を電気回路で行なう電気的補正が、特許文献1に記載されているように考えられる。

【0038】

しかし、これらの補正を自動的に行なうためには、まず、投射レンズ8の光軸がスクリーン1の平面の垂直方向から傾斜した傾斜角度、すなわち、プロジェク

タ 2 の正面を構成する平面に対するスクリーン 1 の平面の傾斜角度、を自動的に正確に測定することが必要である。

【0039】

本発明の角度検出装置は、以下に詳細に説明するように、第 1 及び第 2 ライン型パッシブ測距装置 3 及び 4 を備えて、プロジェクタ 2 の正面からスクリーン 1 上の水平(第 1 ライン型パッシブ測距装置 3 の基線長方向に対応)及び垂直(第 2 ライン型パッシブ測距装置 4 の基線長方向に対応)方向に沿った複数の位置までの距離を測定することにより、プロジェクタ 2 の正面を構成する平面に対するスクリーン 1 の平面の傾斜角度を、水平面内及び垂直面内において正確に測定することができる。

【0040】

第 1 及び第 2 ライン型パッシブ測距装置 3 及び 4 は、それぞれ演算部 32 及び 42 を有し、それぞれ撮像部 31 及び 41 からの出力信号が入力される。演算部 32 及び 42 からの出力信号は本発明の構成を含んだ制御回路 5 に入力される。制御回路 5 は、第 1 及び第 2 ライン型パッシブ測距装置 3 及び 4 を制御すると共に、図示しないパーソナル・コンピュータ等の機器から入力画像を入力して画像情報を出力する投影画像生成部 6 及び投射レンズ 8 へ画像出力する表示駆動部 7 を制御する。制御回路 5 は、本発明に従って演算部 32 及び 42 からの出力に基づいてプロジェクタ 2 の正面を構成する平面に対するスクリーン 1 のそれぞれ水平方向及び垂直方向の相対的な傾斜角度を算出する。次ぎに、制御回路 5 は、算出された傾斜角度に基づいて、台形歪を補正するように投影画像生成部 68 及び／又は表示駆動部 7 を制御して、スクリーン 1 の上下及び／又は左右に投影される画像の拡大又は縮小をする。しかし、上述した通り、台形歪の光学的補正又は電気的補正自体は公知であるので(例えば、特許文献 1 を参照)、これ以上説明しない。制御回路 5 及び演算部 32 及び 42 は、1 つのマイクロプロセッサ(CPU) 9 で構成することができる。

【0041】

プロジェクタ 2 は、メモリ部 10 を有し、本発明の構成に必要なデータや命令を記憶していて、制御回路 5 及び演算部 32 及び 42 等に隨時にデータや命令を

供給し又は制御回路 5 及び演算部 3 2 及び 4 2 等からデータを受取る。メモリ部 1 0 は、不揮発性のフラッシュメモリ等及び揮発性のRAM等の 2 つのタイプのメモリ装置を含み、本発明に必要な命令や長期的に使用されるデータは不揮発性のメモリ装置に記憶され、一時的にのみ使用されるデータは揮発性のメモリ装置に記憶される。

【0042】

次ぎに図 3 を参照して、本実施の形態によるプロジェクタ 2 の構成を機能ブロックを使用して説明する。なお、説明の簡潔にするために、第 1 ライン型パッシブ測距装置 3 の構成についてのみ説明するが、第 2 ライン型パッシブ測距装置 4 も同様に構成されている。プロジェクタ 2 の正面を構成する平面上に、水平方向に基線長 k (図示せず) だけ離間された一対のレンズ 3 1 a 及び 3 1 b の下には、これらのレンズ 3 1 a 及び 3 1 b から焦点距離 f (図示せず) だけ離間されて、ラインセンサ 3 1 c 及び 3 1 d がそれぞれ基線長 k (図示せず) 方向に沿って配置されている。ラインセンサ 3 1 c 及び 3 1 d は直線状に配列された所定数、例えば、104 個、の光検出素子 (画素) を有する一対のラインCCD 又はその他のライン型撮像素子である。撮像部 3 1 から、出力部 3 1 e を介して、レンズ 3 1 a 及び 3 1 b によりラインセンサ 3 1 c 及び 3 1 d の各画素上に結像された画像の光量に対応した電気信号が直列的に出力される。

【0043】

A/D 変換部 3 2 a は、撮像部 3 1 の出力部 3 1 e から出力されたアナログ電気信号をデジタル信号に変換する。ラインセンサ 3 1 c 及び 3 1 d からのデジタル化された出力信号はそれぞれ映像データ信号列 I L 及び I R として、メモリ領域 3 2 b 内にその後の処理のために記憶される。従って、メモリ領域 3 2 b 内にはそれぞれ 104 個のデータ列から成る一対の映像データ信号列 I L 及び I R が記憶される。メモリ領域 3 2 b はメモリ部 1 0 内に設けても良い。

【0044】

フィルタ処理部 3 2 c は、ラインセンサ出力信号から直流成分を取り除いて (フィーリング)、画像に対応した空間周波数成分だけを含んだ有用な信号に映像データ信号列 I L 及び I R に変える。相関演算部 3 2 d は、後で図 4 及び図 5 を参

照して説明するように、映像データ信号列 I L 及び I R 内から空間的に近接した例えは 26 個の画素グループからなる部分映像データ群 i L m (基準部) 及び i R n (参照部) をそれぞれ選択的に取り出して、データの一致度を計算するために両部分映像データ群 i L m 及び i R n を互いに比較する。例えは、一方の部分映像データ群 i L m を基準部として固定して、他方の部分映像データ群 i R n を参照部として I R 内で画素を 1 つずつすらしながら、互いに比較を繰り返す。最大相関度検出部 32e は、一対の映像データ信号列 I L 及び I R 内で最もデータの一致度の高い 2 つの部分映像データ群 i L m 及び i R n を検出する。

【0045】

補間演算部 32f は、最大相関度検出部 32e で得られた最大の一致度の部分映像データ群 i L m 及び i R n の位置間隔を、既知の補間方法により画素ピッチ単位の位置間隔よりもより正確な位置間隔に補間する。この補間演算部 32f により補間された位置間隔に基づいて、位相差検出部 32g は、一対のラインセンサ 31c 及び 31d 上に結像された同一の測距対象物体の一対の像の相対的なずれ量 (位相差) を算定する。

【0046】

コントラスト重心演算部 32h は、後で図 12 を参照して説明するように、ラインセンサ 31c 及び 31d 上に結像された画像のコントラスト重心を求める。信頼性判定部 32i は、算定された両ラインセンサ 31c 及び 31d 上に結像された位置の相対的なずれ量 (位相差) の信頼性を判定する。この信頼性の判定は、例えは、もし、距離測定対象の物体が両ラインセンサ 31c 及び 31d 上に正しく結像されているならば、最大相関度検出部 32e において得られる一致度が所定値以上となるはずである。従って、もし、最大相関度検出部 32e において得られる一致度がたとえ相対的に最高であったとしても、所定値未満の一致度であれば信頼性が低いとして、信頼性判定部 32i でその測定結果を排除する。もし、最大相関度検出部 32e において得られる一致度が所定値以上であると、データの信頼性有りとして、CONF_FLG1 = OK と設定する。以上の撮像部 31 及び演算部 32 の構成は周知であり、例えは、特許文献 2 及び特許文献 3 に記載されているため、これ以上の説明は省略する。

【0047】**【特許文献2】**

特許第3230759号公報

【特許文献3】

特公平4-77289号公報

【0048】

この演算部32は、さらに平均化部32jを備えている。この平均化部32jは信頼性判定部32iに接続されていて、ラインセンサ31cの各測距領域（例えば、11個の測距領域の各々）について複数回測定した結果から、信頼性判定部32iが信頼性有りと判定した測定結果を平均して、この平均値を制御回路5に出力する。また、この平均化部32jはコントラスト重心演算部32hにも接続されていて、コントラスト重心演算部32hがラインセンサ31cの各測距領域（例えば、11個の測距領域の各々）について複数回の測定した結果のコントラスト重心位置を平均して、この平均値を制御回路5に出力する。このように、平均化部32jは、ラインセンサ31cの各測距領域（例えば、11個の測距領域の各々）について、複数回の測距結果及びコントラスト重心位置演算結果を記憶しておき、それらの平均値を演算して制御回路5に出力する。

【0049】

プロジェクタ2は、さらに本発明の実施の形態による制御回路5を有する。制御回路5は、後で詳細に説明するように、隣接したいくつかの測定位置の小グループの測距結果の信頼性を判定するための相互信頼性判定部51と、隣接したいくつかの測定位置の小グループに関する測距結果及びコントラスト重心の平均値を求める平均値演算部52と、測距結果から傾斜角度を求めるために最小二乗法を使用した相関演算を行なって複数測距結果間の相関関係を表わす直線を求める近似計算を行ない、この求められた直線の角度から測定対象のスクリーン1の傾斜角度を求める角度演算部53を含む。角度演算部53はまた、後で詳細に説明するように、相関関係を表わす直線の角度を求めるために、測定対象のスクリーン1の測定位置から基線を延長した第1直線上に垂線を下ろした交点の位置座標を求める演算も行なう。このようにして角度演算部53で算出されたスクリーン

1の傾斜角度に基づいて、台形歪みを補正するための補正量が、投影画像生成部6及び／又は表示駆動部7に与えられる。これによりスクリーン1上の台形歪みが補正される。なお、メモリ部10がマイクロプロセッサ(CPU)9と接続されていて、本実施の形態に必要な命令コード及びデータの保存及び提供を行なう。

【0050】

次ぎに図4を参照して、ライン型パッシブ測距装置3及び4の動作原理（外光三角測距方式）を説明する。第1ライン型パッシブ測距装置3は、プロジェクタ2の正面を構成する平面上に水平方向へ延びて基線長kだけ離間された一対のレンズ31a及び31bと、この基線長kからレンズ31a及び31bの焦点距離fだけ離間して基線長k方向と同じ水平方向に沿って延びた一対のラインセンサ31c及び31dを含んでいる。第1ライン型パッシブ測距装置3は、基線長kとラインセンサ31c及び31dを含んだ平面（水平面）内に位置するスクリーン1の平面上の複数の位置の距離を測定して、基線長kとラインセンサ31c及び31dを含んだ平面（水平面）内において、プロジェクタ2の正面とスクリーン1平面との間の相対的な傾斜角度を算出する。

【0051】

他方、第2ライン型パッシブ測距装置4は、プロジェクタ2の正面を構成する平面上に垂直方向へ延びた基線長k'（図示せず）だけ離間された一対のレンズ41a及び41bと、この基線長k'（図示せず）からレンズ41a及び41bの焦点距離fだけ離間して基線長k'（図示せず）方向と同じ垂直方向に沿って延びた一対のラインセンサ41c（図示せず）及び41d（図示せず）を含んでいる。第2ライン型パッシブ測距装置4は、基線長k'（図示せず）とラインセンサ41c（図示せず）及び41d（図示せず）を含んだ平面（垂直面）内に位置するスクリーン1の平面上の複数の位置の距離を測定して、基線長k'（図示せず）とラインセンサ41c（図示せず）及び41d（図示せず）を含んだ平面（垂直面）内において、プロジェクタ2の正面とスクリーン1平面との間の相対的な傾斜角度を算出する。

【0052】

説明を簡潔にするため、ここでは第1ライン型パッシブ測距装置3についてのみ説明をして、第2ライン型パッシブ測距装置4については説明を省略するが、動作原理が同じであるため同じ説明が第2ライン型パッシブ測距装置4についても、水平方向を垂直方向に置き換えるだけで適用される。

【0053】

構成の対応関係を説明すると、ライン型パッシブ測距装置4の一対のレンズ41a及び41bはライン型パッシブ測距装置3の一対のレンズ31a及び31bに対応し、ライン型パッシブ測距装置4の一対のラインセンサ41c（図示せず）及び41d（図示せず）はライン型パッシブ測距装置3の一対のラインセンサ31c及び31dに対応し、ライン型パッシブ測距装置4の撮像部41はライン型パッシブ測距装置3の撮像部31に対応し、ライン型パッシブ測距装置4の演算部42はライン型パッシブ測距装置3の演算部32に対応し、水平方向の基線長kが垂直方向の基線長k'に対応する。

【0054】

図4（a）において、一対のレンズ31a及び31bが、プロジェクタ2の正面を構成する平面上に水平方向に延びた所定の基線長kだけ離間して配置されている。プロジェクタ2の正面を構成する平面の下には、これら一対のレンズ31a及び31bからそれらの焦点距離fだけそれぞれ離間され、基線長k方向（水平方向）に延びた一対のラインセンサ31c及び31dが配置されている。ラインセンサ31c及び31dは、その中央部分がそれぞれレンズ31a及び31bの光軸31ax及び31bx上にほぼ位置するように配置されていて、これらラインセンサ31c及び31d上に、それぞれ対応するレンズ31a及び31bにより距離測定対象のスクリーン1上のある位置の画像1Aが結像される。

【0055】

図4（a）においては、スクリーン1上の測定位置1Aが、異なる方向の光路A及びBを通って、それぞれのレンズ31a及び31bを介して、ラインセンサ31c及び31d上に結像されている。

【0056】

もし、測定位置1Aが無限遠の位置に存在すると仮定した場合、一対のレンズ

31a 及び 31b から焦点距離 f にあるラインセンサ 31c 及び 31d 上には、測定位置 1A がレンズ 31a 及び 31b のそれぞれの光軸 31ax 及び 31bx と交差する基準位置 31cx 及び 31dx に結像される。

【0057】

次ぎに、測定位置 1A が無限遠位置からレンズ 31a の光軸 31ax 上の方向 A に沿って近づき、図4 (a) の位置、すなわち、距離 LC に達すると、測定位置 1A はラインセンサ 31c 上においては、基準位置 31cx 上に結像されたままであるが、ラインセンサ 31d 上においては、レンズ 31b により基準位置 31dx から α だけずれた位置に結像される。

【0058】

三角測距の原理から、測定位置 1A までの距離 LC は、 $LC = k f / \alpha$ で求められる。ここで、基線長 k と焦点距離 f は予め知られている既知の値であり、ラインセンサ 31d 上の基準位置 31dx からのずれ量 α を検出すれば、距離 LC が測定できる。これが外光三角測距のパッシブ型ラインセンサ測距装置の動作原理である。ずれ量 α の検出及び $LC = k f / \alpha$ の演算は、図1中の演算部 32 で実行される。

【0059】

すなわち、ラインセンサ 31d の基準位置 31dx からのずれ量 α の検出は、一対のラインセンサ 31c 及び 31d から出力される一対の映像データ信号列 I_L 及び I_R からそれぞれ抽出した部分映像データ群 $i_L m$ 及び $i_R n$ について、演算部 32 が相関演算を行なうことにより検出する。この相関演算は周知である（例えば、特許文献 2 参照）。

【0060】

このため、相関演算については詳細な説明を省略して以下の概要的な説明に留める。図4 (b) に示すように、相関演算は、部分映像データ群 $i_L m$ 及び $i_R n$ を互いに重ねた時に最も一致度が高くなる領域を、重ね合わせる部分映像データ群 $i_L m$ 及び $i_R n$ をラインセンサ 31c 及び 31d 上で相対的にずらしながら検出していく演算である。図4 (b) においては、一方のラインセンサ 31c からの部分映像データ群 $i_L m$ を基準位置 31cx に位置を固定して、基準部と

して使用する。他方のラインセンサ31dからの部分映像データ群iRnは参照部として位置を一画素ずつずらして行き、基準部と最も一致度の高い部分映像データ群iRnを探す。最も一致度の高い部分映像データ群iRnを発生するラインセンサ31d上の位置とそのラインセンサ31dの基準位置31dxと間の間隔がずれ量 α である。

【0061】

ラインセンサ31c及び31dの各々は、後述するように所定数の光検出器セル（画素）を所定長の直線上に配列した一対のラインCCDで構成されているから、ずれ量 α は、部分映像データ群iRnの映像データ信号列IR内の画素位置と画素ピッチから容易に求めることができる。このようにして、レンズ31aの光軸31axと同じ方向Aにある測定位置1Aまでの距離LCを、ずれ量 α を検出することにより測定できる。

【0062】

次ぎに、図5を参照して、図4とは異なる方向にある測定位置1Bまでの距離LR'及びLRを測定する原理を説明する。図5（a）に示すように、測定位置1Bが、異なる方向の光路C及び光路Dを通って、それぞれのレンズ31a及び31bを介してラインセンサ31c及び31d上に結像されている。

【0063】

もし、測定したい方向Cの無限遠位置に測定位置1Bが存在すると仮定した場合、一対のレンズ31a及び31bにより一対のラインセンサ31c及び31d上に結像される測定位置1Bの像の中心を、互いに基線長kだけ離間した基準位置31cy及び31dyとする。次ぎに、この無限遠位置にある測定位置1Bが測距方向Cに沿って近づいて図5（a）の位置に来ると、レンズ31aにより結像される測定位置1Bの像のラインセンサ31c上の基準位置31cyには変化ないが、レンズ31bにより結像される測定位置1Bの像のラインセンサ31dc上の位置は基準位置31dyから α' だけずれる。

【0064】

三角測距の原理から、測定位置1Bまでの距離LRは、 $LR = k f / (\alpha' \cdot \cos \beta)$ となる。なお、角度 β は、基線長kの垂直線、すなわち、レンズ31a

の光軸31ax、に対する測距方向Cの傾き角であり、測定方向Cを決定することにより確定される角度である。基線長k、焦点距離f及び $\cos\beta$ は既知の値なので、ずれ量 α' を検出すれば、距離LRを測定できる。

【0065】

レンズ31a及び31bが配置されたプロジェクタ2の正面を構成する同一平面（基線長k方向）から測定位置1Bまでの距離LR'は、 $LR' = LR \cos\beta = k f / \alpha'$ で求められる。すなわち、距離LR'は、ずれ量 α' を検出すれば、既知の値である基線長k及び焦点距離fから求めることができる。すなわち、距離LR'を測定するためには、角度 β は不要である。

【0066】

ずれ量 α' を検出するためには、上述した相関演算を行なう。図5（b）に示すように、一方のラインセンサ31cからの基準位置31cyに対応する部分映像データ群iLmを基準部として位置を固定し、他方のラインセンサ31dからの部分映像データ群iRnを参照部として位置を1画素づつずらして互いに重ね合せて行くことにより、最も基準部iLmのデータと最も一致度の高いデータを持つ参照部iRmを見つける。

【0067】

ラインセンサ31c及び31dの各々は、後述するように所定数の光検出器セル（画素）を直線上に所定長に配列した一対のラインCCDで構成されているから、ずれ量 α' は、部分映像データ群iRnの映像データ信号列IR内の位置（画素番号）及び部分映像データ群iLmの映像データ信号列IL内の位置（画素番号）と画素ピッチから容易に求めることができる。

【0068】

なお、上述した相関演算の方法において、一方のラインセンサ31cからの部分映像データ群iLmを基準部として固定し、他方のラインセンサ31dからの部分映像データ群iRnを参照部としてその位置を1画素ずつずらして互いの一致度の高さを検査するとした。しかし、測距方向を両レンズ31a及び31bの中間位置からの方向とする場合は、ラインセンサ31c及び31d上で部分映像データ群iLm及びiRnの位置を共に反対方向に移動させながら、部分映像デ

ータ群 $i_L m$ 及び $i_R m$ 間で互いの一致度の高さを検査するようにしてもよい。

【0069】

次ぎに図6を参照して、一対のラインセンサ31c及び31dの内、1方のラインセンサ31cを詳細に説明する。他方のラインセンサ31dはラインセンサ31cと同様に構成されている。図6に示すように、ラインセンサ31cは多数、例えば、162個の光検出器セル（画素）が直線的に配列されたリニアCCD（電荷結合素子）又はその他の線形の撮像素子で構成されている。162個の光検出器セル（画素）は、図6中左端から右端へ順に画素番号が付けられていて、一定の画素ピッチ間隔で配列されている。これらの光検出器セル（画素）は、隣接する27個単位のグループにより11の測距演算領域を31c1（1～27）、31c2（14～40）、31c3（28～54）、31c4（41～67）、31c5（55～81）、31c6（68～94）、31c7（82～108）、31c7（82～108）、31c8（95～121）、31c9（109～135）、31c10（122～148）、及び31c11（136～162）を構成している。但し、括弧内の数は光検出器セル（画素）番号である。各測距演算領域31c1乃至31c11は、その27個の光検出器セル内、前半が前隣りの測距演算領域に含まれ且つ後半が後隣りの測距演算領域に含まれていて、各測距演算領域31c1乃至31c11は両隣の測距演算領域と互いにほぼ半分ずつ重複している。

【0070】

各測距演算領域31c1乃至31c11内の光検出器セル（画素）からの信号は、図4及び図5中のラインセンサ31cの映像データ信号列ILの各部分映像データ群 $i_L m$ に対応する。各測距演算領域31c1乃至31c7の中心位置a（14）、b（28）、c（41）、d（55）、e（68）、f（82）、g（95）、h（109）、i（122）、j（136）、及びk（148）の各々は（但し、括弧内は画素番号である）、測距方向を定める基準位置となる。この結果、本実施の形態のラインセンサ31c及び31dを使用した測距装置3は、基準線kと同じ平面（水平平面）内にあるスクリーン1上の11の離間した位置までの距離を測定することができる。ただし、実際の測距方向は、図3のコン

トラスト重心演算部32hにより後述する通り、測距演算領域内のコントラスト重心位置により補正され得る。図6には、他方のラインセンサ31dに対応する基準位置a'、b'、c'、d'、e'、f'、g'、h'、i'、j'、及びk'が示されていて、参照部としてラインセンサ31c中の測距演算領域と相関演算する際のずれ量を求める際に使用される。

【0071】

本発明により距離測定するスクリーン1上の複数の異なる位置は、11に限る必要はなく、適宜、適當な数、例えば7とすることも、ラインセンサ31c及び31dの画素数又は測距演算領域の数を適当に選択することで可能である。

【0072】

次ぎに図7を参照して説明する。図7は、ライン型測距装置3及び4の初期調節をするため、プロジェクタ2のスクリーン1の相互の位置関係を所定の位置関係にした様子を示す。すなわち、プロジェクタ2からの投射光軸がスクリーン1に垂直になるように、スクリーン1を予め基線長k及びk'（図示しない）に対して平行にして、プロジェクタ2からライン型測距装置3及び4の初期調節に適した画像を投射する。初期調節とは、例えば、レンズ31a及び31bは収差を持つ。このため、スクリーン1上の基線長k方向に沿った異なる測定位置がラインセンサ31c及び31dに結像する際、直線上に結像されるのでなく、実際は、歪む。初期調節はこのレンズ収差による歪みを補正するための補正係数を計算して、メモリ部10に記憶して、以後の演算部32及び42により使用する。ライン型測距装置3は、ラインセンサ31c上の11の測距演算領域31c1乃至31c11を使用して、11の測距方向のスクリーン1上の距離を測定する。簡潔にするため、図7中においては11の方向の内、ラインセンサ31c上の3つの測距演算領域31c3、31c5、31c7に対応した3つの測距方向のスクリーン1上の1C、1E、1Gの位置のみを図示している。

【0073】

ライン型測距装置3は水平面においてスクリーン1平面の基線長k方向に対する傾斜角度を測定し、ライン型測距装置4は垂直面内においてスクリーン1平面の基線長k'（図示しない）方向の傾斜角度を測定する。説明の簡潔のためにラ

イン型測距装置3による水平面においてスクリーン1平面の基線長k方向に対する傾斜角度の測定についてのみ説明する。しかし、本実施の形態の説明はライン型測距装置4によるスクリーン1の垂直面内の傾斜角度の測定にも同様に適用される。

【0074】

次ぎに図8乃至図11を参照して、パッシブ型ライン測距装置3を用いて、スクリーン1の傾斜角度を測定する参考方法を説明する。説明の簡略のために、ラインセンサ31cの2つの測距演算領域31c3及び31c7の2つの測距方向C及びGを用いて、これら2つの測距方向C及びGにあるスクリーン1平面上の2つの測定位置1C及び1Gまでの2つの距離LR'及びLL'を、図5で説明した方法で測定する。本実施の形態では2つの距離LR'及びLL'しか測定しないが、実際は、11の測距方向にあるスクリーン1上の11個の測定位置までの距離が測定される。

【0075】

スクリーン1上の測定位置1Cや1Gは、パッシブ距離測定に適した画像であるならば、プロジェクタ2の電源が投入された時に投射レンズ8を介してスクリーン1に最初に投影される製造メーカーのロゴマーク等を含んだ画像でもよく、また、プロジェクタ2の動作中に定期的に角度検出操作する際には、スクリーン1上の測定位置1C及び1Gは、スクリーン1上に投射されている任意の画像であってもよい。

【0076】

ラインセンサ31cの2つの測距演算領域31c3及び31c7のそれぞれの測距方向C及びGの基準位置c(41)及びg(95)間の距離Lは、その括弧内の画素番号及び画素ピッチより予め知られている値である。

【0077】

基線長kに平行で且つ測定位置1Gを通る直線k1上に測定位置1Cから垂直に下ろした点をC'とした場合、測定位置1C～点C'間の距離は、LR' - LL'に等しい。このLR' - LL'の大きさは、スクリーン1の傾斜角度θ1があまり大きくない場合、直線k1上で測定位置1Gから距離(LL' * L / f)

にある点をC"として、点C"からの直線k1と直交する線とスクリーン1との交点1C'とした場合の、距離1C' - C"と近似できる。通常は、予め人手等によりスクリーン1とプロジェクタ2の相対的な位置関係は調整されていることが多いから、傾斜角度θ1はあまり大きくはならず多くの場合にこの近似は妥当である。測定位置1Gと点1C"とレンズ31aの中心とで構成される三角形と基準位置cとgおよびレンズ31aの中心とで構成される三角形とは相似の関係にあり、ラインセンサ31c上の2つの測距演算領域31c3及び31c7の2つの基準位置c(41)及びg(95)間の距離Lは、測定位置1G～点C"間の距離に対応しているから、この傾斜角度θ1の値は、相似形の関係と三角関数を使用して、

$$\theta_1 = \arctan \{ (L_{R'} - L_{L'}) / (L_{L'} * L/f) \}$$

と求めることができる。

【0078】

従って、プロジェクタ2の制御部5により、上式の演算をすることにより、水平面内におけるスクリーン1とプロジェクタ2の基線長k方向の傾斜角度θ1を算出できる。この傾斜角度θ1の大きさに基づいて、図1の制御回路5が投影画像生成部6及び／又は表示駆動部7に、画像の台形歪みを補正する指示を与えることができる。しかし、上式から求められる傾斜角度θ1は、測定位置1G及び1Cまでの距離測定結果LR'及びLL'の精度に依存する。

【0079】

図8において、測定距離を、各測定位置1C及び1Gから基線長k方向に下ろした垂直線LR'及びLL'の長さに代えて、レンズ31aから各測距方向C及びGに沿った各測定位置1C及び1Gまでの長さとしてもよい。この場合については図13において説明する。

【0080】

もし、角度検出に高い精度が求められる場合には、角度検出に用いる2つの測距演算領域31c3及び31c7の基準値c(41)及びg(95)間の距離Lに代えて、各々の測距演算領域31c3及び31c7中のコントラスト重心位置の距離を使用しても良い。

【0081】

図12を参照して、図3のコントラスト重心演算部32hによるコントラスト重心位置を用いた距離測定を説明する。周知のように、パッシブ式測距は、2つのラインセンサ上に結像される一対の映像を重ね合せた時に最も一致度が高くなる場所を検出する動作を含むが、この一致度は一対の映像のコントラスト状態が一致しているか否かを検出するものである。

【0082】

従って、パッシブ式測距は、図12に示すようにある1つの測距演算領域31cnの設計上の測距方向が矢印J方向である場合、もし、測距演算領域31cn上に結像される測距対象の像が矢印K方向のみにコントラスト位置1Kが存在する像である場合、実際の測距方向は矢印J方向から矢印K方向にずれる。もし、測距演算領域31cn上に結像される測距対象の像が矢印M方向のみにコントラスト位置1Mが存在する像である場合、実際の測距方向は矢印J方向から矢印M方向にずれる。さらに、測距演算領域31cn上に結像される測距対象の像が矢印K方向及び矢印M方向にコントラスト位置1K及び1Mが存在する像である場合、実際の測距方向は矢印J方向から測定演算領域31cn上に結像された画像のコントラスト重心位置にずれる。

【0083】

従って、角度検出に使用する2つの測距演算領域間の距離に対応した値として、各測距演算領域中のコントラスト重心位置の距離を用いれば、精度の高い距離Lを使用することができ、角度検出精度が向上する。なお、コントラスト重心位置の求め方は、特許文献4に記載されており、公知である。

【0084】

【特許文献4】

特開平8-79585号公報

参考までに、本実施の形態においてコントラスト重心位置を求める数式1を以下に示す。

【0085】

【数1】

$$J = \frac{\sum_{i=Sa}^{Sa+Wn-t-1} (|L(i) - L(i+t)| \times i)}{\sum_{i=Sa}^{Sa+Wn-t} |L(i) - L(i+t)|}$$

ここで、 $L(\)$ ：基準部側センサデータ Sa ：基準側スタートアドレス Wn ：演算ウインドウ数 t ：整数（一般的には1～4）

ノイズの影響を除去するには、差分の絶対値が所定値（ノイズキャンセルレベル）以下の場合は、総和に加えない。

【0086】

次ぎに図13を参照して、別の参考方法によるパッシブ型ライン測距装置3を用いて傾斜角度 θ_1 の計算方法を説明する。図13に示すように、ライン型パッシブ測距装置3の基線長方向（プロジェクタ2の水平方向）に対するスクリーン1の傾斜角度を θ_1 とし、図5で説明した方法により、ラインセンサ31cの測距演算領域31c7の測距方向に沿って測距演算して算出されたスクリーン1までの距離が L_1 、測距演算領域31c3の測距方向に沿って測距演算して算出されたスクリーン1までの距離が L_2 とする。予め知られている測距演算領域31c3の測距方向と基線長方向に垂直な方向とがなす角度を β とし、同じく予め知られている測距演算領域31c7の測距方向と基線長方向に垂直な方向とがなす角度を γ とする。傾斜角度 θ_1 は、次式で計算される。

【0087】

$$\theta_1 = \arctan (L_2 \cos \beta - L_1 \cos \gamma) / (L_1 \sin \gamma + L_2 \sin \beta)$$

【0088】

次ぎに、図14を参照して説明する。本実施の形態によるパッシブ型ライン測距装置3により距離が測定される測距方向は、ラインセンサ31cが例えれば162画素列を有する場合は図6に示すように例えれば11であるが（104画素列を有するラインCCDの場合は例えれば7つである）、この図14では簡潔にするため7つの測距方向のみを例示的に示す。図14には7つの測距方向にある測定対象のスクリーン1上の7つの位置1A、1B、1C、1D、1E、1F、1Gから基線長kを延長した直線に下ろした垂線の長さが距離として測定される。このように、本発明では、測距結果は、基線長k方向（水平方向）に沿ったスクリーン1平面上の例えれば7つの測定位置1A、1B、1C、1D、1E、1F及び1Gからそれぞれ、基線長kを延長した直線上に下ろした垂線の長さである（例えれば、図5のLR'又は図8のLL'、LR'に対応する長さ）。このパッシブ型ライン測距装置3により測定された測距結果に基づいて、プロジェクタ2は、スクリーン1が水平（基線長k）方向においてプロジェクタ2の正面に対してなす、スクリーン1の傾斜角度θ1を算出する。

【0089】

しかしながら、パッシブ型ライン測距装置3により、複数の測定位置から基線長kを延長した直線上に下ろした垂線の長さ（例えれば、図5のLR'又は図8のLL'、LR'の距離）を測定すると、測距結果は、図3の信頼性判定部32iによる信頼性判定や図3の平均化部32j等の手段により正確な測定値が得られるように補正しても、なお、図15（a）に示すように、コントラスト重心位置を横軸、測定された距離（測距結果）を縦軸に取って示した丸点の位置にある距離として測定される。なお、図15（a）では説明を簡潔にするために、4つの測定位置1D、1E、1F、1Gの測定結果のみを示す。

【0090】

測距結果が、スクリーン1平面上の複数の測定位置から基線長k方向に延長した直線上に下ろした垂線の長さである場合（図5のLR'又は図8のLL'、LR'の場合）、本来ならば直線的に変化するはずである。しかし、現実の測距結果は、図15（a）の4つの丸点の測定結果、1D、1E、1F、1Gに示すように直線的に変化しない。このような直線関係からの逸脱は、製造誤差や測定時

のノイズ等に起因する。

【0091】

図8又は図13で説明した傾斜角度 θ_1 を求める方法を使用する場合、傾斜角度 θ_1 を計算するために必要な2つの測定位置を図15 (a) の4つの丸点1D、1E、1F、1Gに示した測定値を使用する。例えば、1Gを基準点1としてその隣りの測定点1Fを用いると傾斜角度 θ_1' が得られ、1Fを基準点2としてその隣りの測定点1Eを用いると傾斜角度 θ_1'' が得られ、そして1Eを基準点3としてその隣りの点1Dを用いると傾斜角度 θ_1''' が得られる。基準点ともう1つの測定点の選び方に依存して図8又は図13で説明した傾斜角度の求め方では得られる傾斜角度が異なる可能性がある。このように異なる傾斜角度 θ_1' 、 θ_1'' 、及び θ_1''' から、スクリーン1の傾斜角度 θ_1 を求めるためには、さらに、異なる傾斜角度 θ_1' 、 θ_1'' 、及び θ_1''' から最大値と最小値を除いた中間値又はその平均値を求める等の、さらなる処理を行なわなければならぬ。このように、複数の測距結果からスクリーン1の正確な傾斜角度 θ_1 を一義的に算出することが困難である。

【0092】

本発明の傾斜角度 θ_1 の求め方は、図8又は図13で説明した求めた方とは異なる。本発明の求め方は、平面的な測定対象上に直線的に並んだ複数の測定位置の測定値の間には、一定の相関関係（分布）、すなわち、直線的に並ぶという相関関係（分布）があるから、この複数の測定値の相関関係（分布）を表わす直線を近似して求め、近似により求められた直線の傾きからスクリーン傾斜角度 θ_1 を求める。

【0093】

図15 (b) に示すように、本発明では、スクリーン1平面上の直線的に並んだ複数の測定位置の測距結果の間の相関関係、すなわち、分布を表わす直線 $y = a x + b$ を近似により求める。ここで、 x は基線長 k を延長した直線上の座標位置を表し（すなわち、図15 (b) の横軸）、 y は基線長 k からスクリーン1上の位置までの距離を表わし（すなわち、図15 (b) の縦軸）、 a はこの直線 y の傾きを表わす。この直線 y の傾き a が求めるスクリーン1の傾斜角度 θ_1 とな

る。すなわち、 $a = \theta 1$ である。この直線 y を、複数の測定位置の測定結果の分布、すなわち、相関関係から近似により求めるため、最小二乗法を使用する。

図 15 (b) に示すように、本実施の形態で使用する最小二乗法は、図 15 (a) 中の丸点の 1G、1F、…、等に対応した各測定位置の測定結果を表わす点を P_1, P_2, \dots, P_n とし、各点 P_1, P_2, \dots, P_n から基線長 k を延長した直線に対応した図 15 (b) の横軸へ垂直方向に下ろした線と直線 $y = ax - b$ との交点を Q_1, Q_2, \dots, Q_n とした場合、各線分 $P_1 Q_1, P_2 Q_2, \dots, P_n Q_n$ の長さの二乗の総和 Σ が最小になるように、直線 $y = ax + b$ の傾き a と b の値を求めるものである。

【0094】

最小二乗法により、複数の測定結果の相関関係（分布）を表わす直線 $y = ax + b$ の傾き a を求める方法は周知である。

【0095】

例えば、図 15 (b) 上で複数 n 個の測定位置の測定結果を表わす点 P_1, P_2, \dots, P_n の x, y 座標値をそれぞれ $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ とする。

これら複数 n 個の測定結果の点 P_1, P_2, \dots, P_n の x 座標値の平均値を $x_m = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) / n$ とし、 y 座標値の平均値を $y_m = (y_1 + y_2 + \dots + y_n) / n$ とする。

これら複数 n 個の測定結果の点 P_1, P_2, \dots, P_n の x 座標値の分散は $\delta_x^2 = [(x_1 - x_m)^2 + (x_2 - x_m)^2 + \dots + (x_n - x_m)^2] / n$ となり、 y 座標値の分散は $\delta_y^2 = [(y_1 - y_m)^2 + (y_2 - y_m)^2 + \dots + (y_n - y_m)^2] / n$ となり、共分散は $\delta_{xy} = [(x_1 - x_m)(y_1 - y_m) + (x_2 - x_m)(y_2 - y_m) + \dots + (x_n - x_m)(y_n - y_m)] / n$ となる。

相関係数は $\rho_{xy} = \delta_{xy} / \delta_x \delta_y$ となる。

最小二乗法によると、複数 n 個の測定結果の相関関係（分布）を表わす直線 $y = ax + b$ の傾き a は、 $a = \delta_y \rho_{xy} / \delta_x$ の関係から求められる。一方、 b は、 $b = y_m - x_m \delta_y \rho_{xy} / \delta_x$ の関係から求められる。

スクリーン1の傾斜角度 θ_1 は、傾き a から、 $\theta_1 = \tan^{-1} a$ の関係から求められる。

【0096】

複数n個の測定値は本来はほぼ直線的に変化する関係にあり、この直線的变化から1つの傾斜角度 θ_1 が一義的に算出されるべきである。しかし、実際は、ノイズ及び製造誤差等のさまざまな原因により、測定された距離を結んでも直線的に並ばず、図15(a)のように折れ線グラフのように並ぶ。本発明はこの問題点を解決するため、測定対象の平面的物体上に直線的に並んだ複数の位置までの距離を測定すると、それらの測距結果が直線的に分布するという相関関係を用いて、個々の位置の距離測定による誤差が最小となる直線 $y = ax + b$ を最小二乗法を用いて算出して、その直線 y の傾き a をスクリーン1の傾斜角度として使用する。

【0097】

図16に、図6に示されたパッシブ型ライン測距装置3のラインセンサ31c内の距離を測定するために使用される測距演算領域31c1乃至31c11を、模式的に示す。本実施の形態のラインセンサ31c内の各演算領域31c1乃至31c11は、隣りの演算領域と互いにほぼ半分の画素数を共有する関係になっている。例えば、領域31c1と領域31c2はほぼ半分の画素数を互いに共有し、領域31c2と領域31c3は互いにほぼ半分の画素数を共有している。図16は、このような本実施の形態で使用される図6のラインセンサ31c内の測距演算領域31c1乃至31c11間の画素の重複関係を示した模式図で示す。

【0098】

図16に示すような測距演算領域31c1乃至31c11を有するラインセンサ31cにより、スクリーン1のような平面上の直線的に並んだ複数の位置を測距する場合、領域31c1により測定された距離、領域31c2により測定された距離、及び領域31c3により測定された距離の3者の関係は、領域31c1と領域31c3により測定された距離の平均値が、領域31c2により測定された距離に等しくなる。何故ならば、測定対象は平面的物体であるため、その上に直線的に並んだ位置までの測距結果は直線的関係を有するからである。すなわち

、測距結果同士は相関関係を有する。この相関関係は測定対象が平面的物体であることから起因する。

【0099】

一般的に、このようなラインセンサのN番目の測距演算領域とN+1番目の測距演算領域とN+2番目の測距演算領域でもって、スクリーン1のような平面物体上のある直線に沿った複数の位置を距離を測定した場合、N番目の領域による測定距離とN+2番目の領域による測定距離の平均値Sは、その中間のN+1番目の領域による測定距離Tとほぼ等しくなるはずである。本発明は、上記原理を用いて、複数の測距演算領域の測距結果から、中間の測距演算領域の測距結果Tが両隣の測距演算領域の平均値Sと所定の判定値以上離間している場合（|T-S|≥判定値、若しくは、|T/S-1|≥判定値）は、これらの測距演算領域の測距結果は信頼性が無いと判定して、以後の演算処理から排除する。なお、判定値の大きさは目的に応じて適宜選択できる。

【0100】

さらに、このようなラインセンサのN番目の測距演算領域とN+1番目の測距演算領域とN+2番目の測距演算領域でもって、スクリーン1のような平面物体上のある直線に沿って互いに隣接した位置の距離を測定した場合の測定結果は、平均した方が個々の測定演算領域（エリア）の製造誤差や測定時の雑音の影響を少なくすることができる。すなわち、

- (1) 個々の領域のコントラスト重心位置に対しての平均化処理で、N、N+1、及びN+2の領域に対してのコントラスト分布の重心位置の平均を検出する。
- (2) 個々の領域の測距結果に対しての平均化処理により、N、N+1、及びN+2領域に対しての測距結果の平均を検出する。

【0101】

上記2つの平均化処理（1）及び（2）を、図17（a）の測定結果の小グループN、N+1、N+2（N=1～4の自然数）についておこなう。図17（a）で測定結果の小グループはそれが3つの測距演算領域を含む4つの小グループとしているが、この小グループ内に含まれる互いに隣接した測距演算領域の数、及びその小グループの数は、自由に選ぶことができる。

【0102】

図17（b）は、各小グループ（N=1～4）毎の測距結果の平均値を縦軸に、各小グループ毎のコントラスト分布の重心の平均位置を横軸に示したグラフである。図17（a）と図17（b）を比較してみれば、容易に理解されるように、3つの互い測距演算領域の平均化された値によるグラフはほぼ直線上に並ぶ。従って、スクリーン1の傾斜角度θ1を、図17（b）の平均化された値から上述したように最小二乗法を用いて算出すれば、より精度の高い角度を検出できる。

【0103】

なお、プロジェクタ2の投射光学系8が自動焦点機構を有していて、スクリーン1までの距離を自動的に検出して、スクリーン1上に投射された画像の自動焦点を行なう場合、スクリーン1までの距離としては、図17（b）に示される測距結果の平均値のうち、最大値と最小値を除いた中央値又はそれらの平均値を選ぶことができる。代替的に、ラインセンサ31cの中央の測距演算領域31c6の測距結果が両隣りの測距演算領域の測距結果と直線関係を有する場合には、それを使用してもよい。このようにして、より精度の高い距離を検出して、正確な自動焦点合わせができる。

【0104】

次ぎに、図18乃至図21を参照して、本発明の角度検出器の動作を説明する。

【0105】

まず、図18を図1と併せて参照しながら説明する。プロジェクタ2に電源が投入されるか、又はプロジェクタ2の動作中において定期的な角度検出動作が開始されると、制御回路5は外部の図示しないパーソナルコンピュータ等から入力画像データが入力されているかどうかを判断して、外部からの入力画像データがあれば、投影画像生成部6にその画像データに応じた表示データを出力させて、表示駆動部7及び投射光学系8を介して画像をスクリーン1に投射する。もし、入力画像データがなければ、制御回路5はプロジェクタ2内に予め記憶された調整用コントラスト画像データ（例えば、ロゴマーク等を含んだ適当な画像データ

) を投影画像生成部6に出力し、表示駆動部7及び投射光学系8を介してその画像をスクリーン1に投射する(図18、ブロック101)。

【0106】

上記の動作は、プロジェクタ2が持つ本来の画像投影機能により投射された画像を使用して角度を検出をするための動作であり、このようにライン型パッシブ測距装置3及び4は調整用コントラスト画像の投影専用の投光部が不要である。

【0107】

続いて、制御回路5は、EEPROM(メモリ部10)中に測定回数iを初期値(例えば「1」)に設定し(102)、ライン型パッシブ測距装置3及び4の撮像部31及び41の距離測定機能と角度検出機能を動作させて(103)、スクリーン1上の水平面内及び垂直面内にある複数の位置までの距離を測定して、後述するように水平面内及び垂直面内のスクリーン1のプロジェクタ2に対する傾斜角度を検出する。なお、上述の通り角度検出操作スタート(101)は、プロジェクタ2の電源投入時に限らず、プロジェクタ2の動作中に隨時に行なうことができる。この際には、スクリーン1上に投射されている任意の画像が角度検出のための測距に使用される。

【0108】

次に、図18に図3を合せて参照して測距動作および傾斜角度検出動作を説明すると、撮像部31及び41を動作させて、ラインセンサからデータを読出してA/D変換(図3中の32a)をする(104)。ラインセンサの各測距演算領域(エリア)31cN(N=1、…、11)のコントラスト重心がコントラスト重心演算部(図3の32h)で算出されて、各各測距演算領域(エリア)31cN(N=1、…、11)のコントラスト重心の平均値が平均化部(図3の32j)で求められてRAM(メモリ手段10)に記憶される(105)。ラインセンサのセンサデータから直流成分を除去するためのフィルタ(図3中の32c)処理がされ(106)、その後に、各測距演算領域31c1乃至31c11に関して、相関演算(図3中の32d、32e)、補間演算(図3中の32f)、位相差検出演算(図3中の32g)、そして信頼性判定(図3中の通常の信頼性判定部32i)により、最大相関検出部32eにおいて得られる一致度が所定値以上か

の判定）を行い、この信頼性判定が合格すれば、CONF_FLG1=OKをセットする（107）。もし、2つ以上の測距演算領域（エリア）でデータ信頼性判定（CONF_FLG1=OK）に合格していなければ、角度検出は不可能である。

【0109】

2つ以上の測距演算領域でデータ信頼性に合格していれば、図5を参照して説明した方法により距離を算出する（108）。距離を算出する際にはレンズ収差による補正や温度補正等の既知の補正をする（108）。そして、各測距演算領域（エリア）31cN（N=1、…、11）の算出された測距結果をRAM（メモリ部10）に記憶して、複数の測定回数iによる平均値（四捨五入で単位mmで）を平均化部（図3の32j）で求める（109）。このようにして、各測距演算領域31cN（N=1、…、11）毎に距離及びコントラスト重心位置の測定結果が、測定回数により平均化された値が平均化部（図3の32j）により求められて、RAM（メモリ部10）に記憶されていく。そして、EEPROM（メモリ部10）に記憶された測定回数iに到達するまで繰り返される。測定回数iに達すると、平均化部（図3の32j）により測定回数iで平均化された、各測距演算領域31cN（N=1、…、11）の距離測定値とコントラスト重心測定値の相互信頼性（前後の測距演算領域の測定結果と大きく矛盾していないかの妥当性）の判定処理と平滑化（測定対象がスクリーン平面であるため前後の測距演算領域の測定結果と平均化してバラツキを少なくする）の処理を行なう（111）。この処理（111）は、図19に詳細に説明されている。

【0110】

図19を参照すると、図18のブロック111の処理を詳しく説明するサブルーチン（201）が示されている。このサブルーチンは、図3に示される相互信頼性判定部51及び平均値演算部52において実行される。このサブルーチンは各測距演算領域31cN（N=1、…、11）の測定結果について処理を実施するため、N（但し、Nは0から9までの整数）に1を加える（202）。もし、3つの隣接した測距演算領域31cN、31cN+1、31cN+2を含んだ小グループで、全ての測距演算領域のデータ信頼性判定（CONF_FLG1=O

K) が合格していなければ、ブロック (202) に戻るが、全ての測距演算領域 $31cN$ 、 $31cN+1$ 、 $31cN+2$ のデータ信頼性判定 (CONF_FLG 1 = OK) が合格していると、相互信頼性判定 (ブロック 204 乃至 207) 及び平均化処理 (ブロック 208 及び 209) が適用される。

【0111】

もし、連続した 3 つの測距演算領域のデータ信頼性 (CONF_FLG 1 = OK) が合格していれば (203)、測距演算領域 N の測距結果と測距演算領域 N + 2 の測距結果の平均値 S を求める (204)。そして、領域 N + 1 の測距結果を T として (205)、S と T の比 S/T と 1 の差の絶対値 $U = |S/T - 1|$ を求める (206)。

【0112】

もし、差の絶対値 U が所定の判定値 Eeprom [DATA] 以上であれば (207)、この隣接する 3 つの測距演算領域の測定データの信頼性がないと判定されて、ブロック 202 に戻る。もし、差の絶対値 U が所定の判定値未満であれば、この隣接する 3 つの測距演算領域の測定データの信頼性が有ると判定される (207)。そして、この隣接する 3 つの測距演算領域の測定データの平均化処理が適用され。すなわち、3 つの互いに隣接する測距演算領域 $31cN$ 、 $31cN+1$ 、 $31cN+2$ による測距結果の平均値が求められ、すなわち、(3 つの測距演算領域 N、N + 1、N + 2 の測距結果合計) $/3 = \text{Distance}(N)$ が計算されてメモリ部 10 に記憶される (208)。さらに、(3 つの測距演算領域 N、N + 1、N + 2 のコントラスト重心結果合計) $/3 = \text{Balance}(N)$ が計算されてメモリ部 10 に記憶される (209)。この結果が図 17 (b) に示されている。

【0113】

次に、ブロック 209 で得られた Balance (N) から、最小二乗法に必要な各測定点の x 座標値を求める変換、 $X_{balance}(N) = (\text{Balance}(N) - 81) \times 0.015 \times \text{Distance}(N) / 13.2$ 、が行なわれる (210)。ここで上記変換式中の数値、81 は x 軸の原点 (0) に相当する参照部ラインセンサ $31c$ の画素番号であり、0.015 はラインセンサの

画素ピッチ (mm) であり、13.2は焦点距離 f (mm) である。

【0114】

図20は、図19のx軸変換の式、 $X_{balance}(N) = (Balance(N) - 81) \times 0.015 \times Distance(N) / 13.2$ 、を説明する図である。仮に、 $X_{balance}(N) = \alpha$ の画素番号の検出器に結像されたスクリーン1上の測定位置のx軸座標値Xは、ラインセンサ31cのx軸座標原点(0)に相当する画素番号81から $X_{balance}(N) = \alpha$ までの長さが画素ピッチの0.015mmを利用して、 $(\alpha - 81) \times 0.015$ で計算される。ここで、3つの測距演算領域の測距結果の代表値 $Distance(N) = d$ が焦点距離 $f = 13.2$ mmと相似三角系の比となるとみなしてよいから、 $Distance(N) / f = X / [(\alpha - 81) \times 0.015]$ の関係が成立する。この関係から、上記のx軸変換の式が導かれる。なお、最小二乗法に必要な各測定点のy座標値は、ブロック208で得られた $Distance(N)$ を使用する。

【0115】

図19を再び参照する。もし、 $N = 9$ までに達していない場合(211)、ブロック202に戻る。 $N = 9$ に達した場合(211)、図19のサブルーチンは終了して(212)、図18のブロック112に進む。図18のブロック112は、ブロック111により得られた複数の測定結果の相関関係(分布)を表わす直線 $y = a x + b$ を本発明の最小二乗法により近似して求めて、この直線の傾き a からスクリーン1の傾斜角度 θ_1 を一義的に導き出す処理を行なう。

このブロック112の詳細は、図21の角度演算サブルーチンのフローチャートに示されている。この角度演算は、図3の制御回路5の角度演算部53で実行される。

【0116】

図21を参照すると、図19のブロック208で得られた3つの測定位置を含む小グループ毎の測距結果の平均である代表値 $Distance(N)$ の平均が計算される(但し、ここではNは1から9までの整数)(301)。そして、図19のブロック210で得られた3つの測定位置を含む小グループ毎のコントラ

スト重心結果の平均である代表値を x 軸変換した x 軸座標値 x Balance (N) の平均が計算される (但し、ここでは N は 1 から 9 までの整数) (302)。次に、x 座標値の分散 $\delta^2 x$ を求め (303)、y 座標値の分散 $\delta^2 y$ を求める (304)。そして、共分散 $\delta x y$ を求めて (305)、相関係数 $\rho x y$ を求める (306)。そして、複数の測定結果の相関関係 (分布) を表わす直線 $y = a x + b$ の傾き a を求める (307)。求められた傾き a からスクリーン 1 の傾斜角度 $\theta 1$ が一義的に求められる (308)。このように傾斜角度 $\theta 1$ が求められると、図 18 に戻り、終了する (113)。

【0117】

本発明の角度検出装置は、ラインセンサを用いて測定対象の平面的物体上の直線的に並んだ複数の位置の距離を測定した結果から、複数の測定位置の結果の相関関係 (分布) を表わす直線を最小二乗法により近似して、この直線の傾きからスクリーン 1 の傾斜角度を一義的に導きだしている。

上述の本発明の実施の形態の説明は、水平方向の基線長 k を有するライン型測距装置 3 による水平面内のスクリーン 1 と基線長 k 方向との傾斜角度 $\theta 1$ の角度検出について述べたが、垂直方向の基線長 k' (図示せず) を有するライン型測距装置 4 による垂直面内のスクリーン 1 と基線長 k' (図示せず) 方向との傾斜角度の角度検出について同様であることは容易に理解できるであろう。

【0118】

以上説明した本発明の実施の形態において、距離を測定する測距部としてはライン型パッシブ測距装置を用いたが、ライン型であれば良く、パッシブ型でなくアクティブ型であっても良く、また、光学式でなくても良い。例えば、超音波を出力して、その反射が検出されるまでの時間を計測してその時間に基づいて距離を測定する測距装置であっても良い。上述した本実施の形態においては、水平方向と垂直方向の一対のライン型測距装置を使用したが、直交する関係に配置する必要は無く、また、1 つのライン型測距装置のみでもよい。また、測定対象としてスクリーン平面を用いたが、スクリーンに限らず、どんな平面的物体の測定対象についても本発明の角度検出装置は適用できる。例えば、測定対象の平面的物体としては、工作機械により加工される被加工物であって良く、これら被加工物

に対して加工道具を正対させるため、被加工物と加工道具の相対的な傾斜角度を検出するためにも、本発明の角度検出器は適用できる。

【0119】

さらに、上述した本発明の実施の形態による複数の測定点の相関関係（分布）を表わす直線を近似する方法として、最小二乗化法を説明したが、最小二乗化法に限らず、その他の近似方法を使用して複数の測定点の相関関係（分布）を表わす直線を近似してもよい。

また、図18のステップ110でY_{es}と判断した際、ステップ111を省略してステップ112へ進むようにしてもよい。この場合、処理の簡略化が図れる。

【0120】

【発明の効果】

本発明の請求項1によれば、ライン型測距装置により測定対象の平面的物体上の直線的に並んだ複数の位置までの距離を測定する際、測定距離が直線的に変化するという関係に基づいて、測定値の相関関係（分布）を表わす直線を近似して、その近似直線から直接に測定対象の傾斜角度を求めている。このため、傾斜角度が一義的に算出できる。さらに、測定対象の平面的物体上の1つの位置までの距離測定がノイズ等又は製造誤差に起因して正しくできない場合でもその影響を少なくすることができる。また、少なくとも1つの位置の距離測定が正常に行なわれない場合でもその影響を少なくすることができる。さらに、1つのライン型測距装置を備えることにより、測定対象の平面的物体上の互いに異なる複数の位置までの距離を測定することが可能となるため、従来装置のように測定位置の増大に応じて測距装置を増やす必要が無く、角度検出装置の構成が簡略化できる。

【0121】

請求項2に記載された本発明によれば、直線的に並んだ複数の異なる測定位置を測定した結果の相関関係（分布）を表わす直線を近似して、その近似された直線の傾きから測定対象の傾斜角度を一義的に正確に求めることができる角度検出装置を達成できる。

【0122】

請求項 3 に記載された本発明によれば、複数の測定結果の相関関係（分布）を表わす直線を近似するために最小二乗化方法を使用して、比較的に簡単な計算で一義的に測定対象の傾斜角度を正確に求めることができる角度検出装置を達成できる。

【0123】

請求項 4 に記載された本発明によれば、複数の測定結果の小グループから測定値の代表値を求めてこの代表値を使用することにより、測定対象の平面的物体上の位置までの距離測定が、ノイズ等又は製造誤差に起因して正しくできない場合でもその影響を少なくすることができる。この結果、精度の高い角度検出装置が達成できる。

【0124】

請求項 5 に記載された本発明によれば、直線的に並んだ複数の異なる測定位置を測定した結果の相関関係（分布）を表わす直線を近似して、その近似された直線の傾きから測定対象の傾斜角度を一義的に正確に求めることができる角度検出装置を達成できる。

【0125】

請求項 6 に記載の本発明によれば、複数の測定結果の相関関係（分布）を表わす直線を近似するために最小二乗化方法を使用して、比較的簡単な計算で一義的に測定対象の傾斜角度を正確に求めることができる角度検出装置を達成できる。

【0126】

請求項 7 に記載の本発明によれば、複数の測定結果から測定値の代表値を求めてこの代表値を使用することにより、測定対象の平面的物体上の位置までの距離測定が、ノイズ等又は製造誤差に起因して正しくできない場合でもその影響を少なくすることができ、精度の高い角度検出装置を達成できる。

請求項 8 に記載の本発明によれば、直線的に並んだ複数の異なる測定位置を測定した結果の相関関係（分布）を表わす直線を近似して、その近似された直線の傾きから測定対象の傾斜角度を一義的に正確に求めることができる角度検出装置を達成できる。

【0127】

請求項 9 に記載の本発明によれば、複数の測定結果から測定値の代表値を求めてこの代表値を使用することにより、測定対象の平面的物体上の位置までの距離測定が、ノイズ等又は製造誤差に起因して正しくできない場合でもその影響を少なくすることができ、精度の高い角度検出装置を達成できる。

【0128】

請求項 10 に記載の本発明によれば、投影されるスクリーンのプロジェクタに対する傾斜角度を簡潔な構成で自動的に正確に達成できる角度検出器を達成できる。

【0129】

請求項 11 に記載の本発明によれば、プロジェクタとスクリーンの相対的な傾斜角度に起因する画像の台形歪みを簡単な構成で自動的に正確に補正することができるプロジェクタを達成できる。

【0130】

請求項 12 に記載の本発明によれば、スクリーン上の画像を自動的に合焦調節できるプロジェクタを達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器を有するプロジェクタの構成を示す概略ブロック図。

【図 2】

図 1 に示したプロジェクタの概略正面図。

【図 3】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器の機能ブロック図。

【図 4】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器に含まれる測距装置の測距操作を説明する図。

【図 5】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器に含まれる測距装置の測距操作を説明する別の図。

【図 6】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器に含まれる測距装置の一対のライセンサの概略を示すブロック図。

【図 7】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器に含まれる測距装置による複数位置の距離測定を説明する別の図。

【図 8】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器に含まれる測距装置による角度検出方法を説明する図。

【図 9】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器に含まれる測距装置による角度検出方法を説明する別の図。

【図 10】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器に含まれる測距装置による角度検出方法を説明する別の図。

【図 11】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器に含まれる測距装置による角度検出方法を説明する別の図。

【図 12】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器に含まれる測距装置の測距演算領域のコントラスト重心位置を求める方法を説明する別の図。

【図 13】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器に含まれる測距装置による角度検出方法を説明する別の図。

【図 14】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器に含まれる測距装置による複数位置の測距結果に基づく角度検出方法を説明する別の図。

【図 15 (a)】

角度検出器に含まれる測距装置による複数位置の測距結果及びそれらに基づい

た角度算出結果を示すグラフ。

【図 15 (b)】

角度検出器に含まれる測距装置による複数位置の測距結果の相互関係（分布）を表わす直線を本発明による最小二乗化方法で近似する方法説明するグラフ。

【図 16】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器に含まれる測距装置のラインセンサの測距演算領域の構成を概略的に示す模式図。

【図 17】

本発明の 1 つの実施の形態による測距結果の代表値とコントラスト重心の代表値とを求める方法を示す図。

【図 18】

本発明の 1 つの実施の形態による角度検出器の動作を示すフローチャート図。

【図 19】

本発明の 1 つの実施の形態による測定値の相互信頼性判定、平均化処理、x 軸変換の処理の動作を示すフローチャート図。

【図 20】

本発明の 1 つの実施の形態によるコントラスト重心位置 Balance (N) から x 座標値 X balance (N) を求める x 軸変換の方法を示す図。

【図 21】

本発明の 1 つの実施の形態による最小二乗化法により直線近似と角度検出を行なう動作を示すフローチャート図。

【符号の説明】

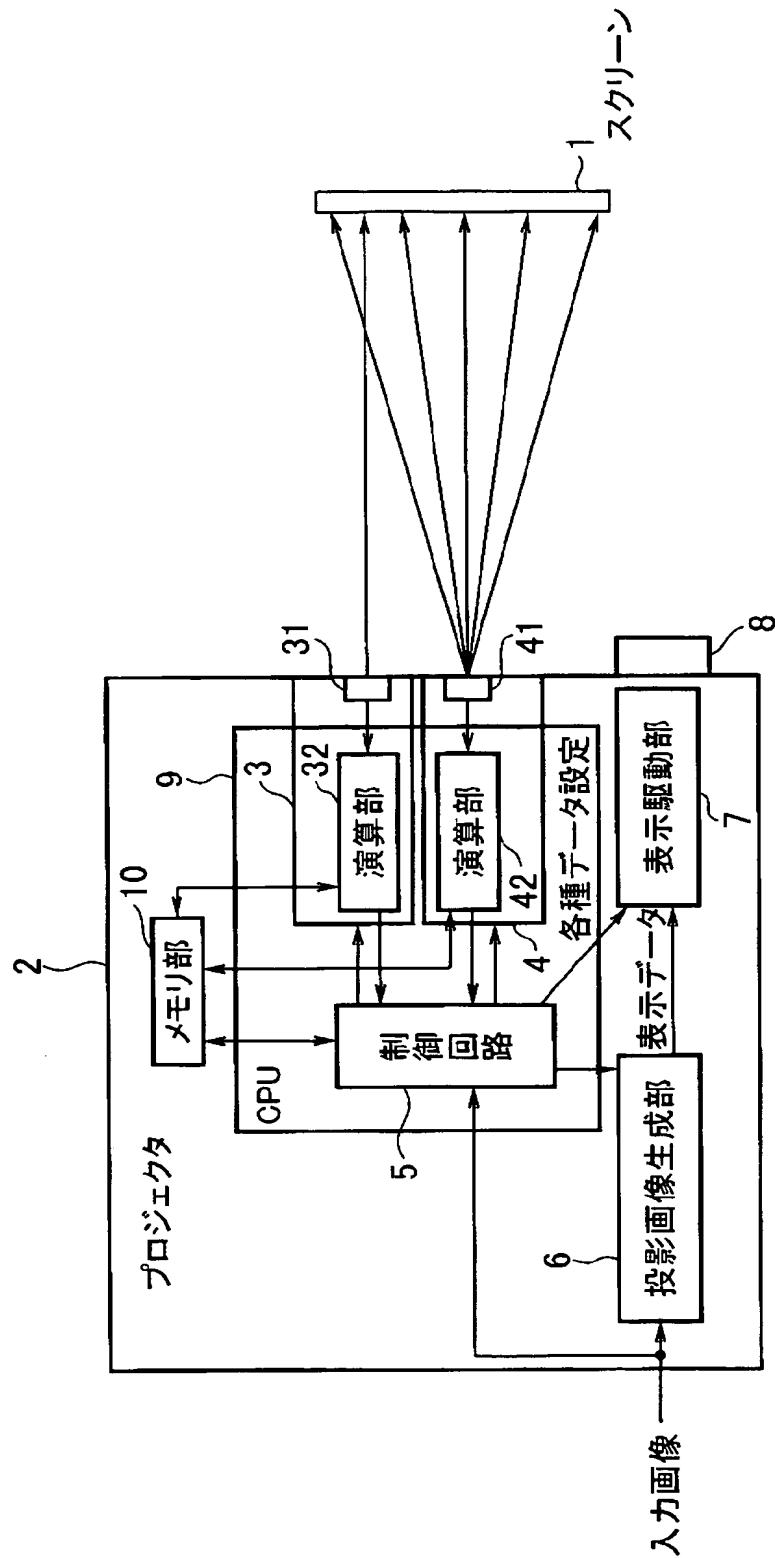
1	スクリーン
1 A ~ 1 G	測定位置
2	プロジェクタ
3	測距装置
4	測距装置
5	制御回路
3 1	撮像部

3 1 a	レンズ
3 1 b	レンズ
3 1 c	ラインセンサ
3 1 d	ラインセンサ
3 1 c 1 ~ 3 1 c 7	測距演算領域
3 2	演算部
5 1	相互信頼性判定部
5 2	平均値演算部
5 3	角度演算部
k	基線長
θ 1	水平面内でスクリーン 1 が基線長 k 方向となす傾斜角度

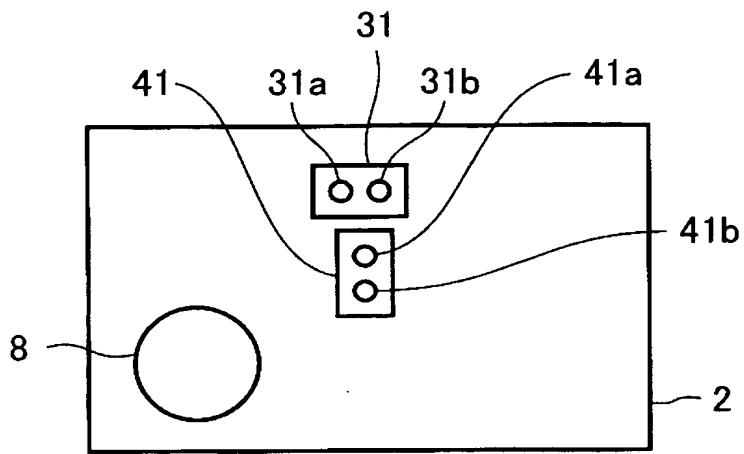
【書類名】

図面

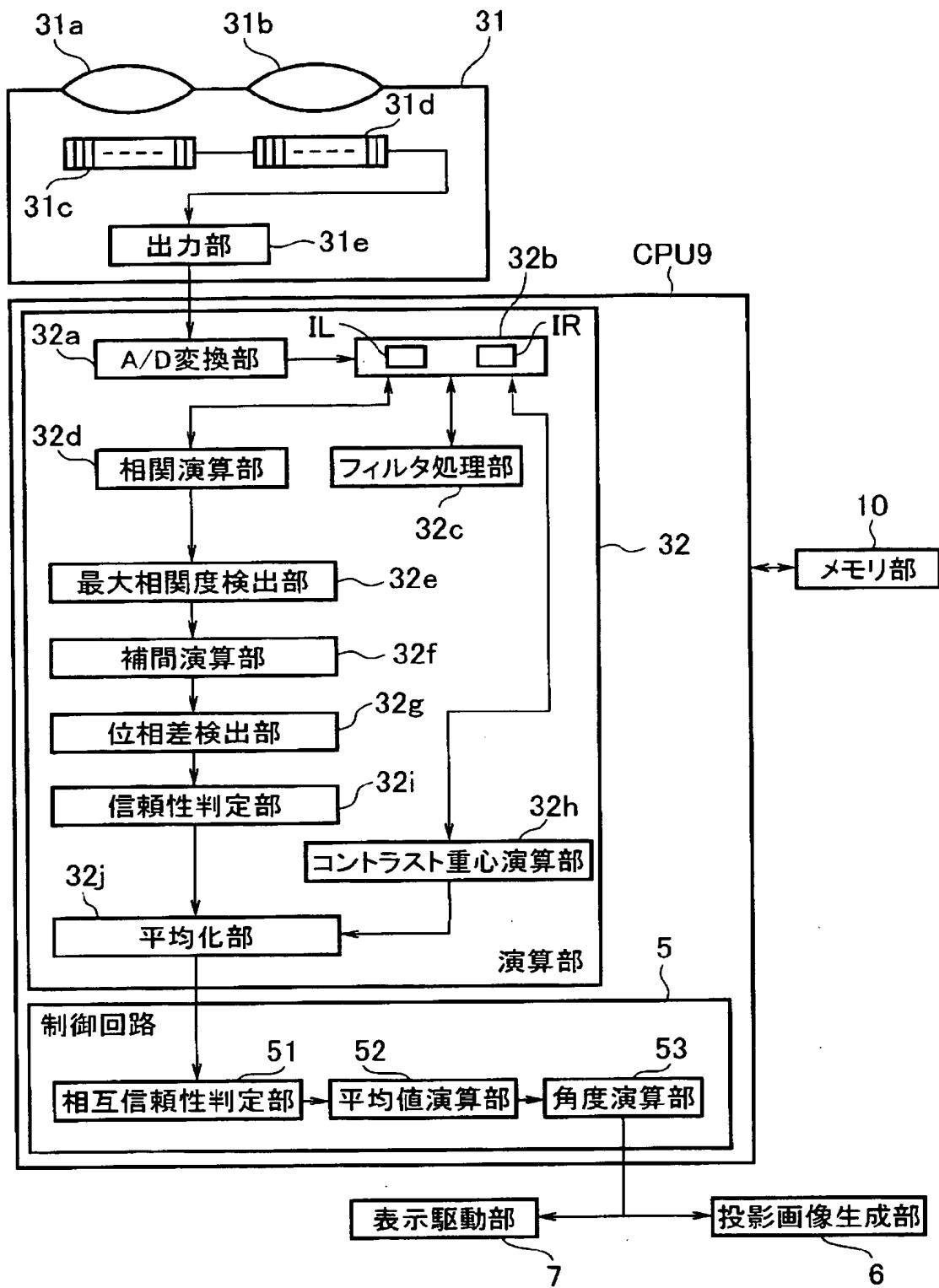
【図 1】



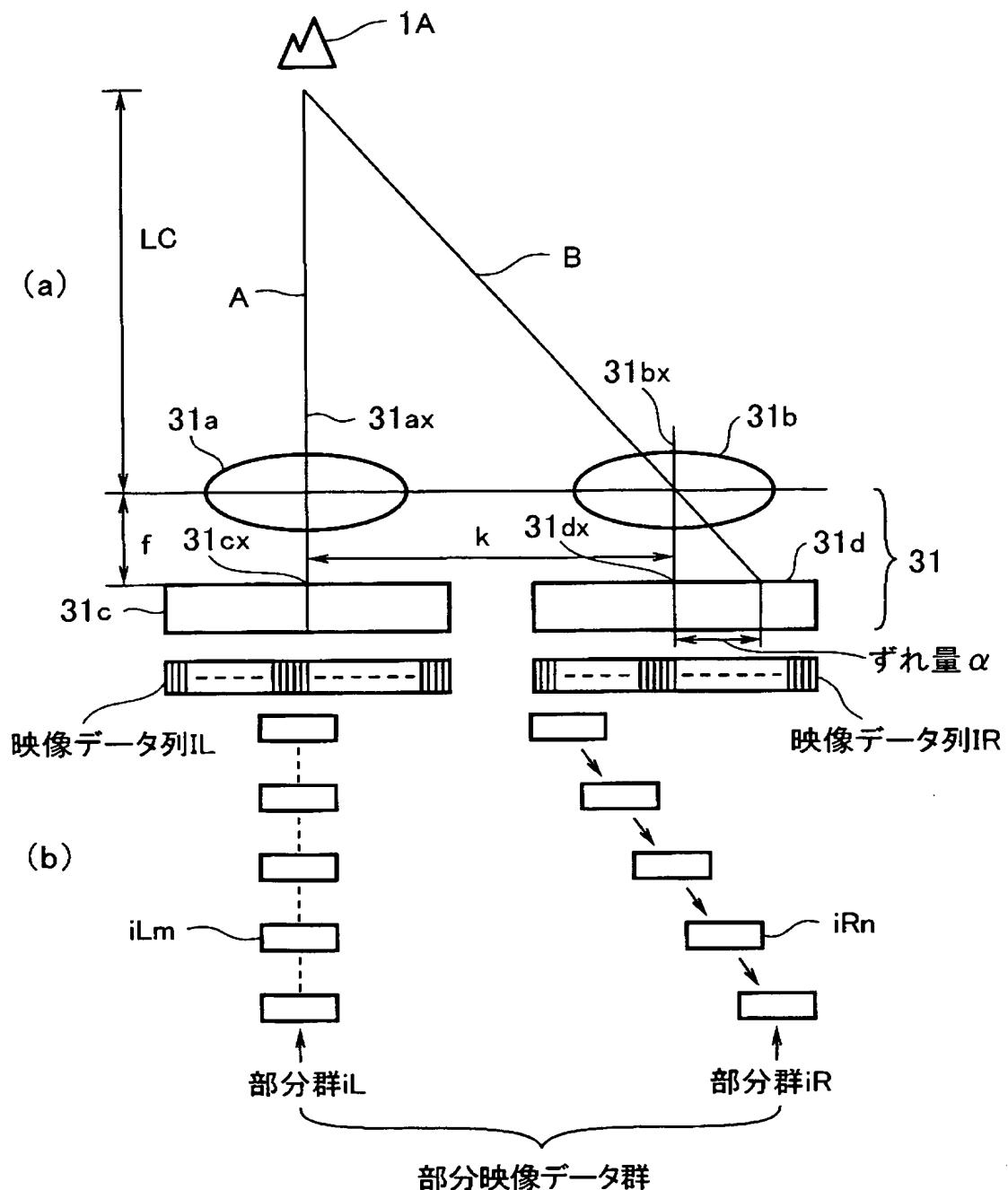
【図2】



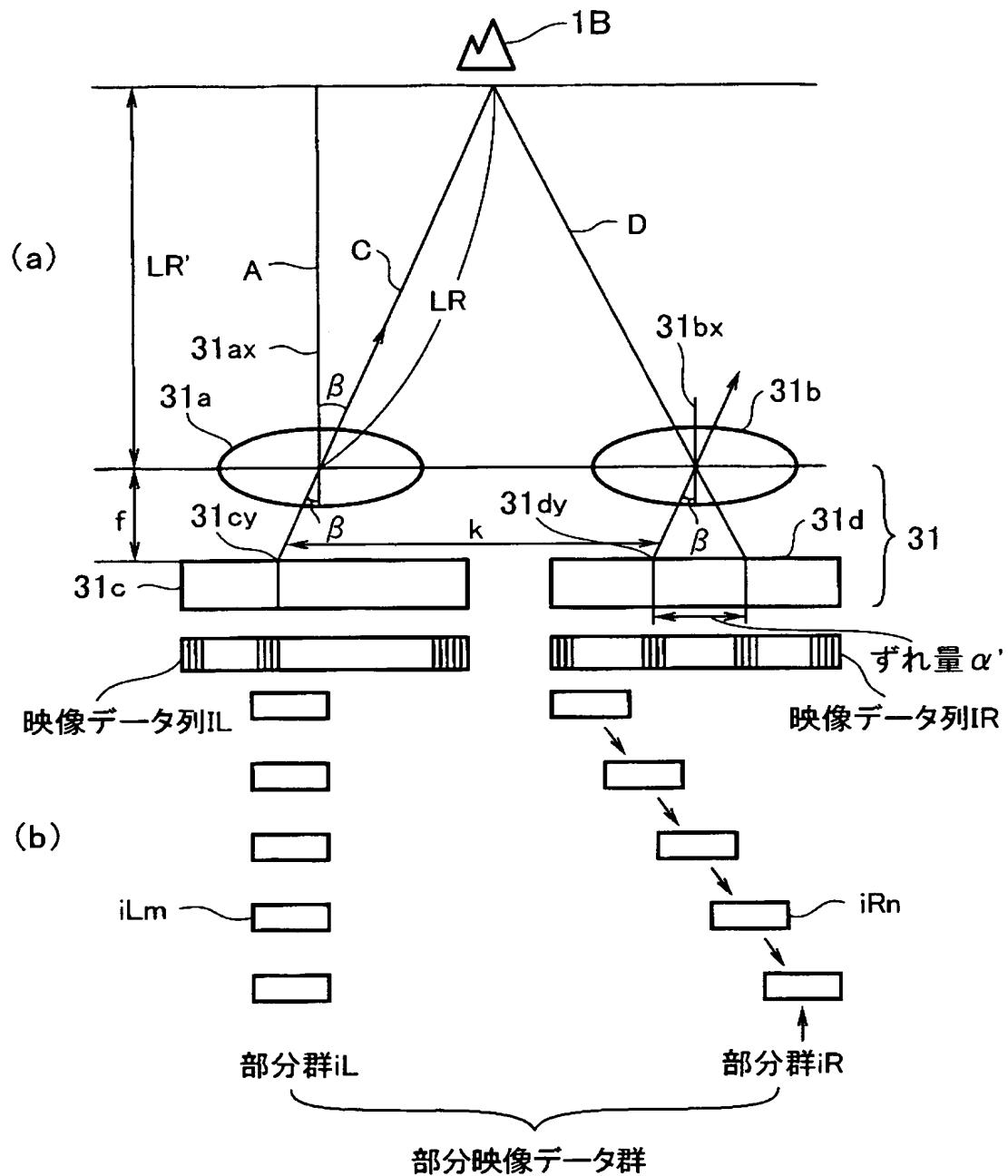
【図3】



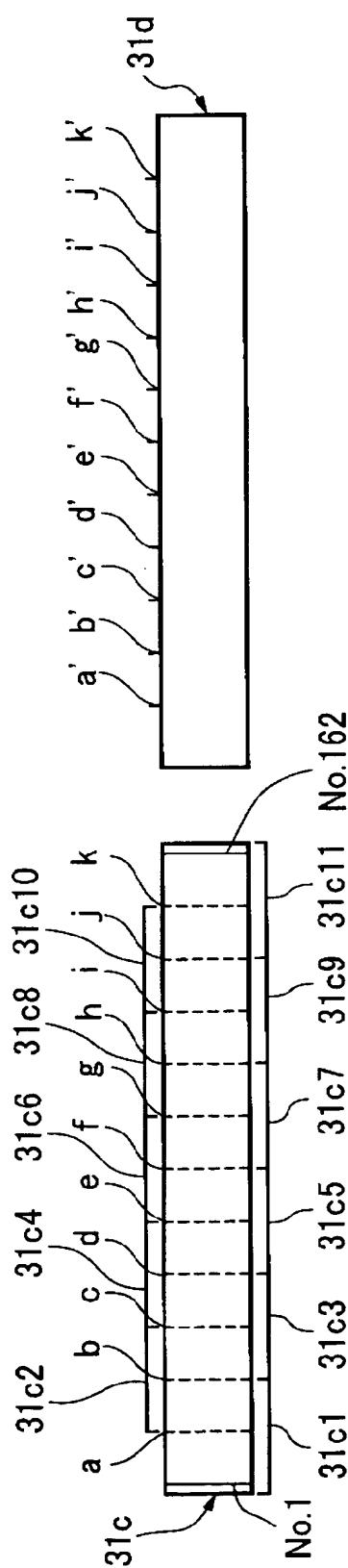
【図4】



【図5】



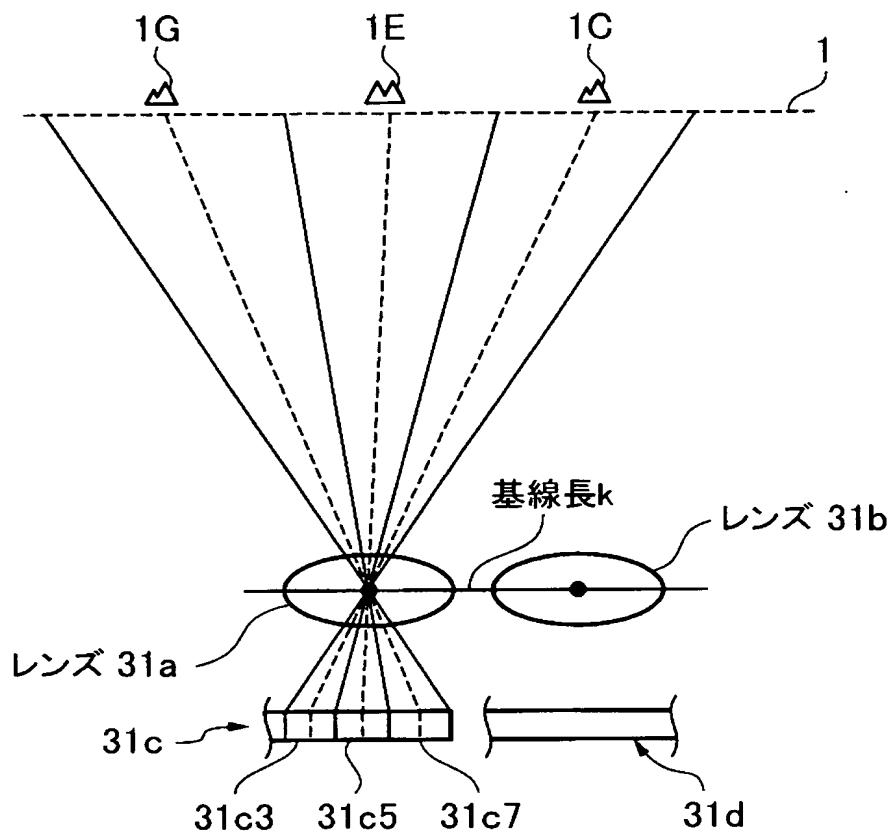
【図6】



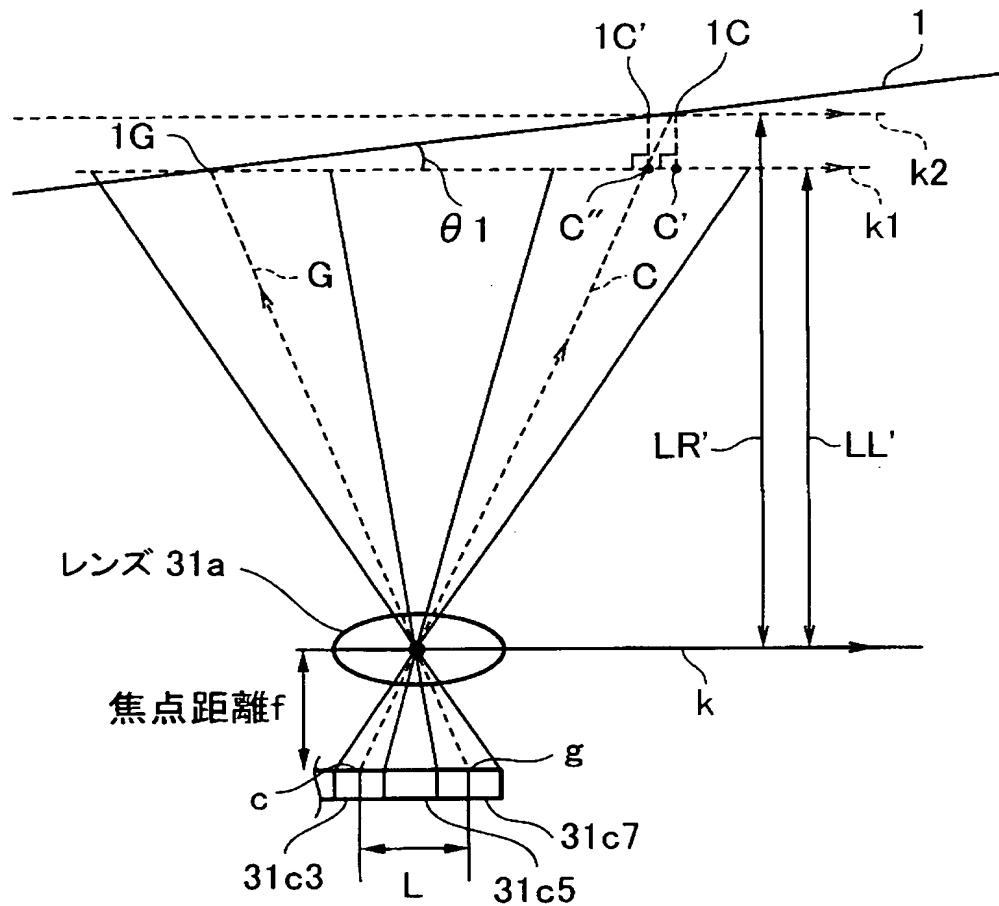
()内の数字は、画素No.

測距領域	(画素番号)	測距領域	(画素番号)
31c1	31c(1) ~ 31c(27)	31c7	31c(82) ~ 31c(108)
31c2	31c(14) ~ 31c(40)	31c8	31c(95) ~ 31c(121)
31c3	31c(28) ~ 31c(54)	31c9	31c(109) ~ 31c(135)
31c4	31c(41) ~ 31c(67)	31c10	31c(122) ~ 31c(148)
31c5	31c(55) ~ 31c(81)	31c11	31c(136) ~ 31c(162)
31c6	31c(68) ~ 31c(94)		

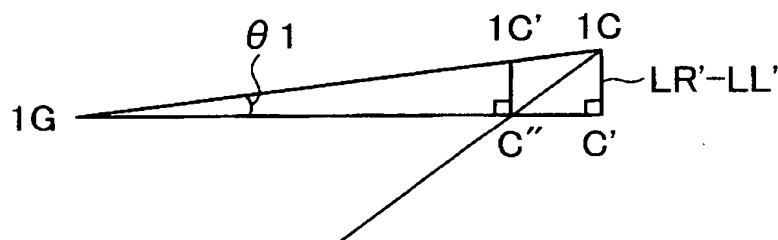
【図 7】



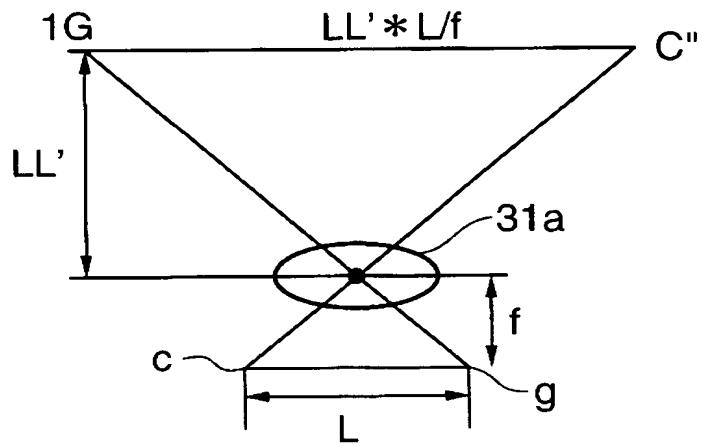
【図 8】



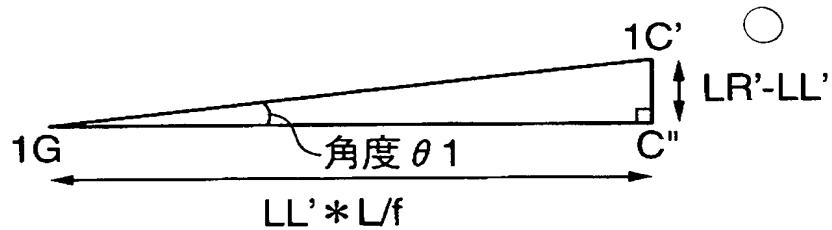
【図 9】



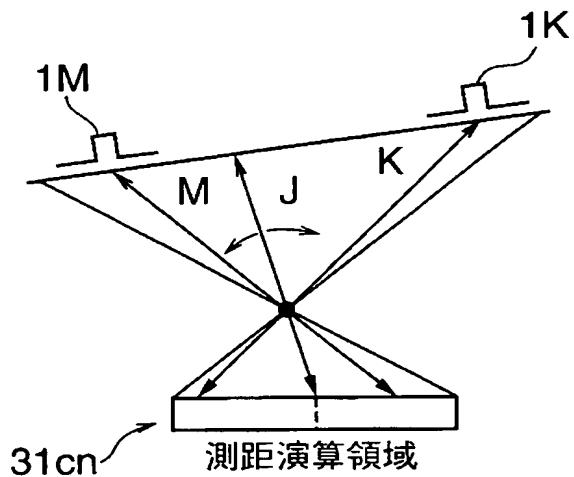
【図10】



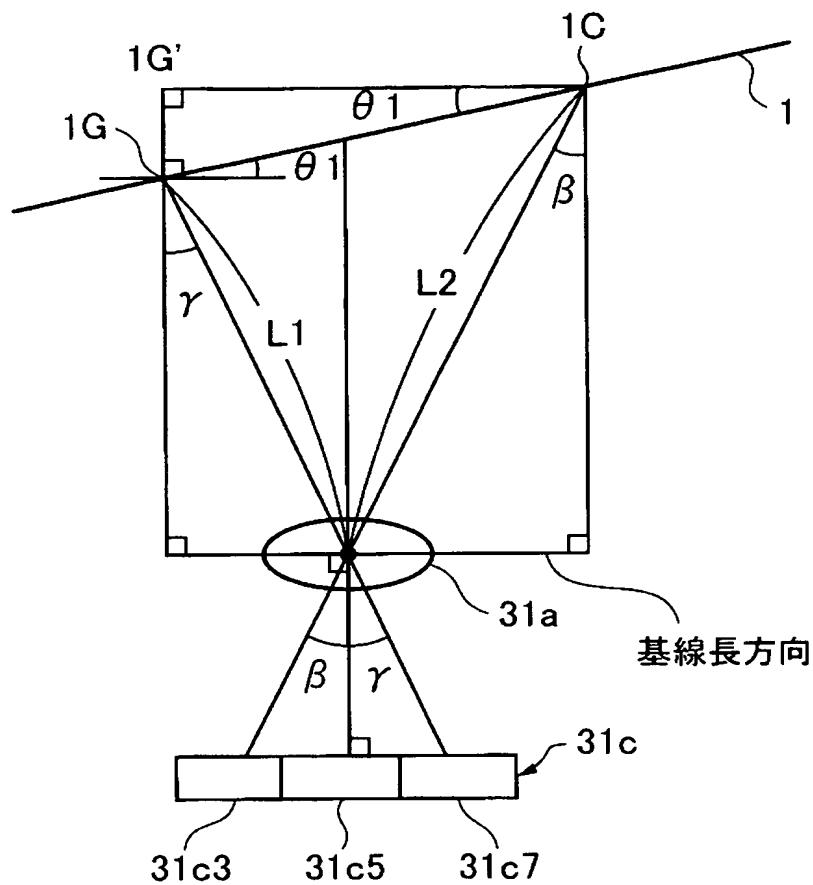
【図11】



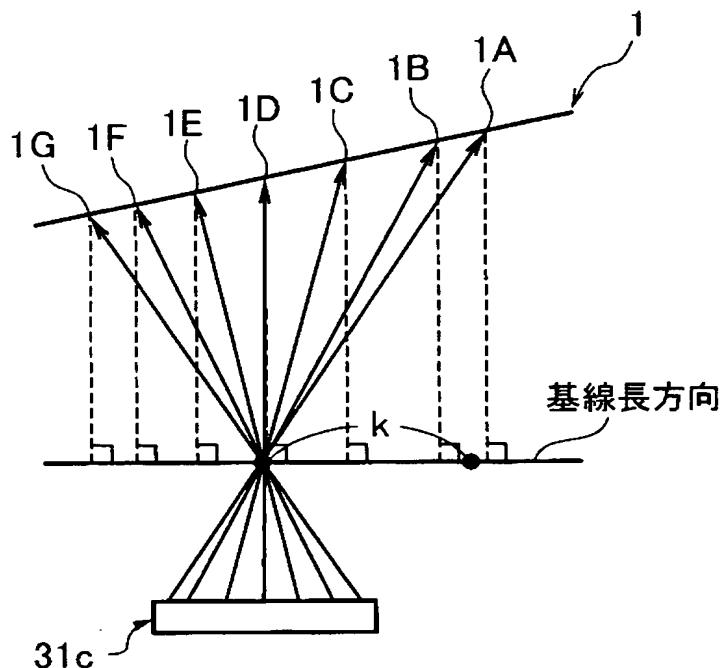
【図12】



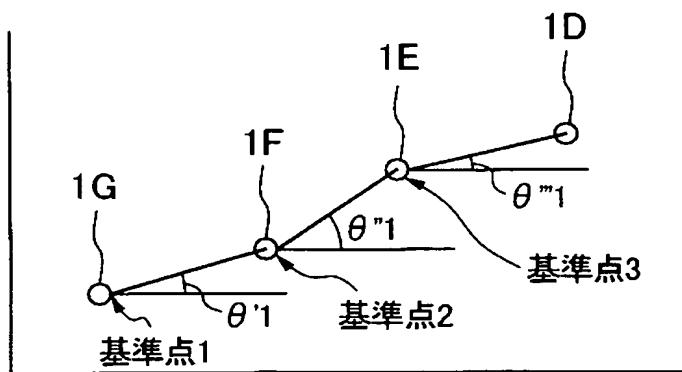
【図13】



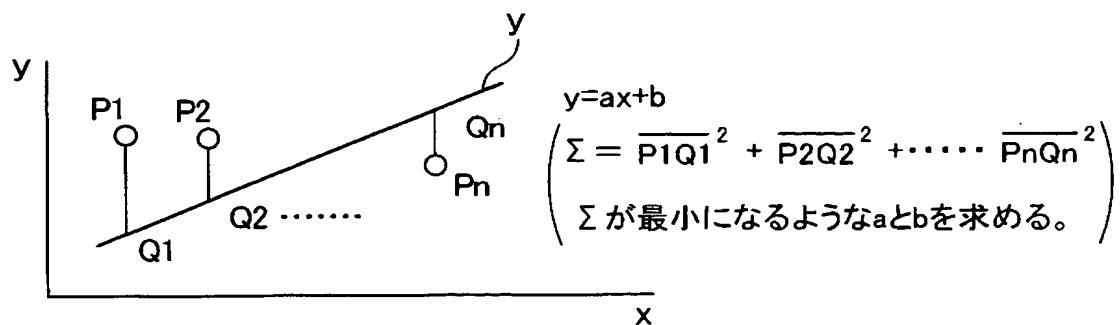
【図 1 4】



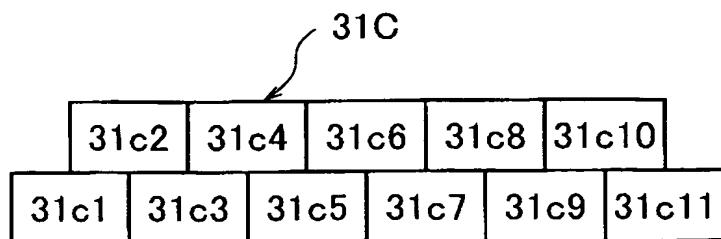
【図 1 5 (a)】



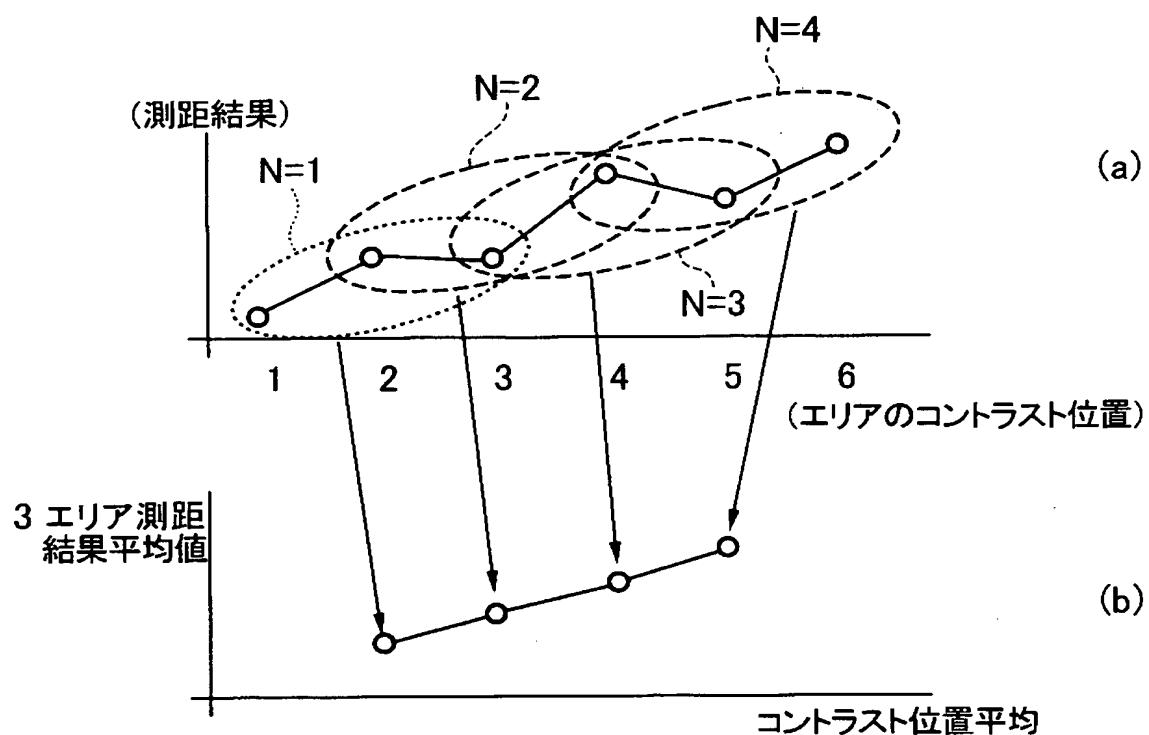
【図 1 5 (b)】



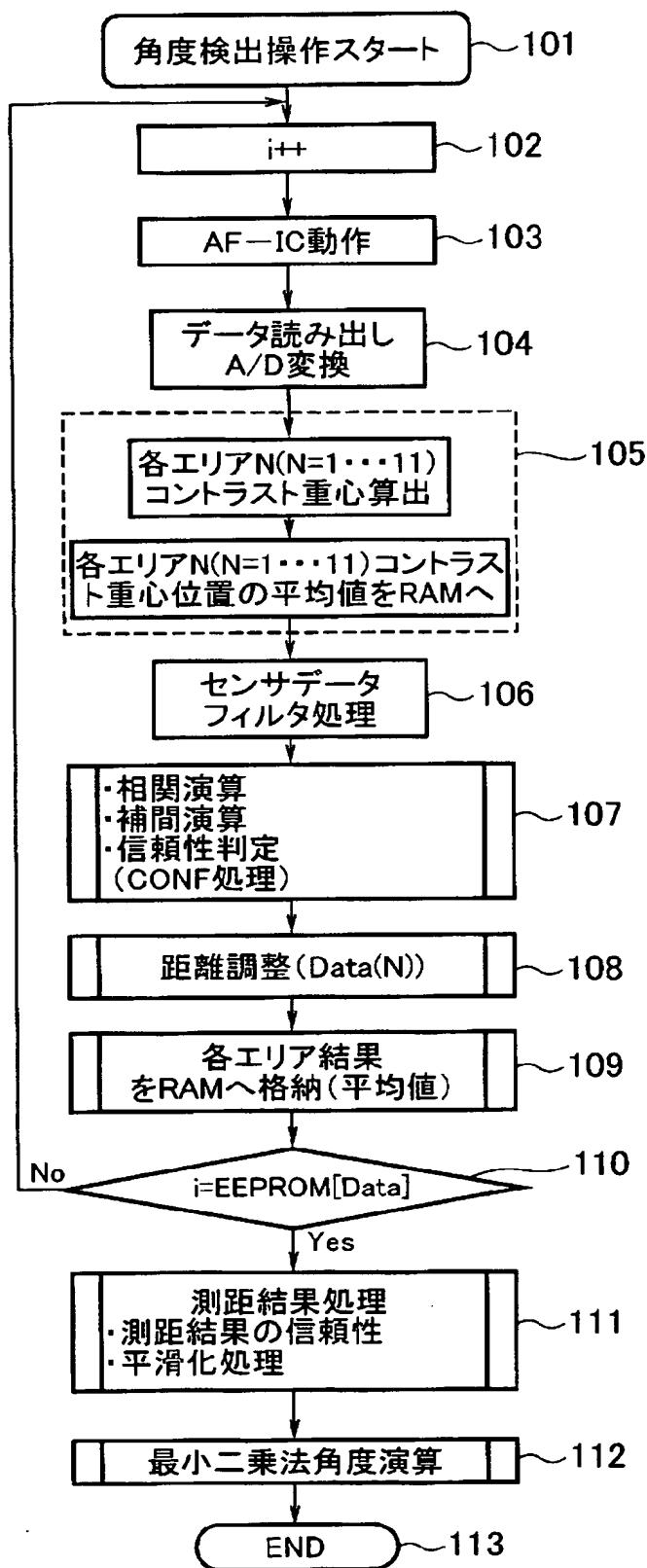
【図 16】



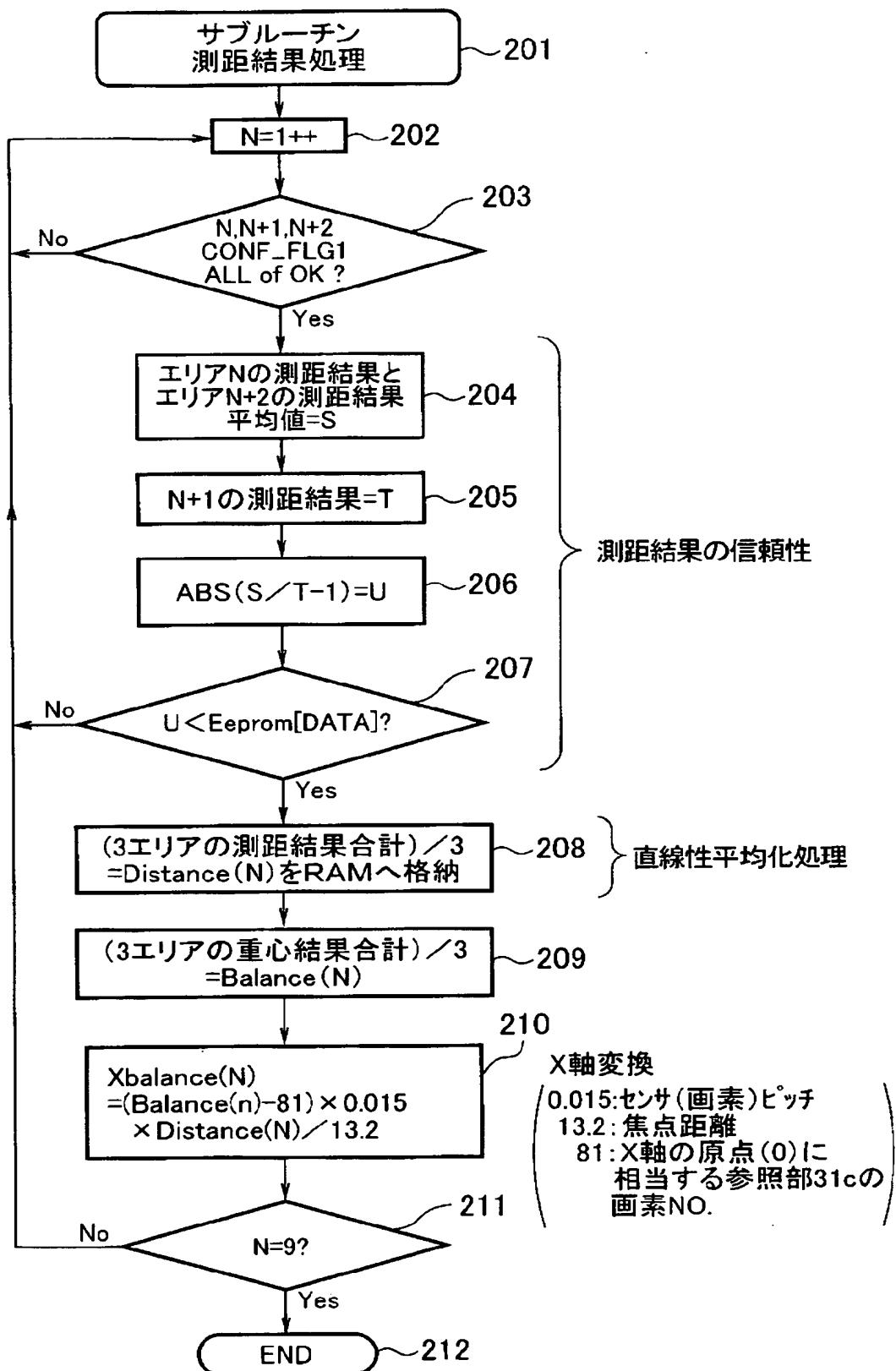
【図 17】



【図18】

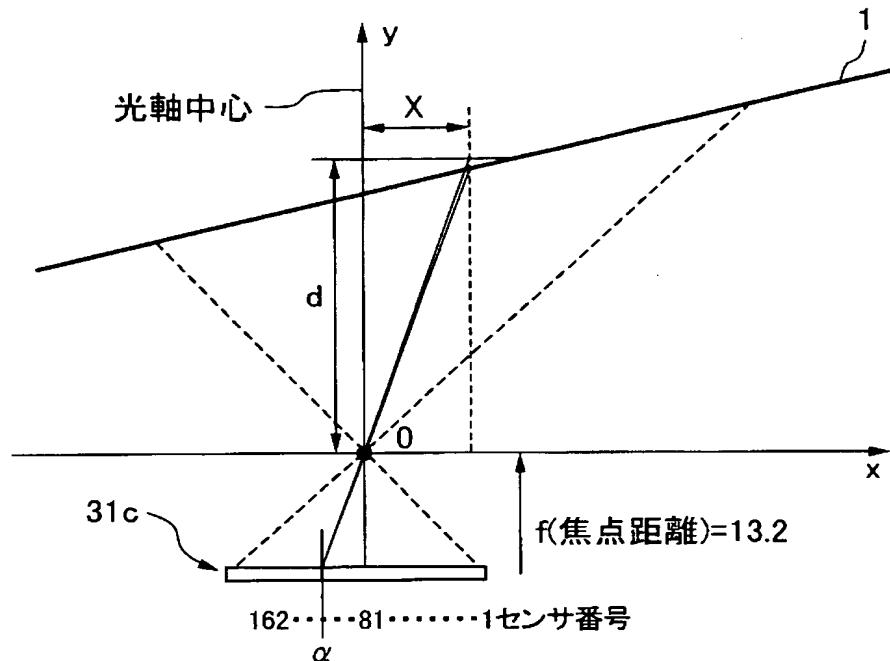


【図19】



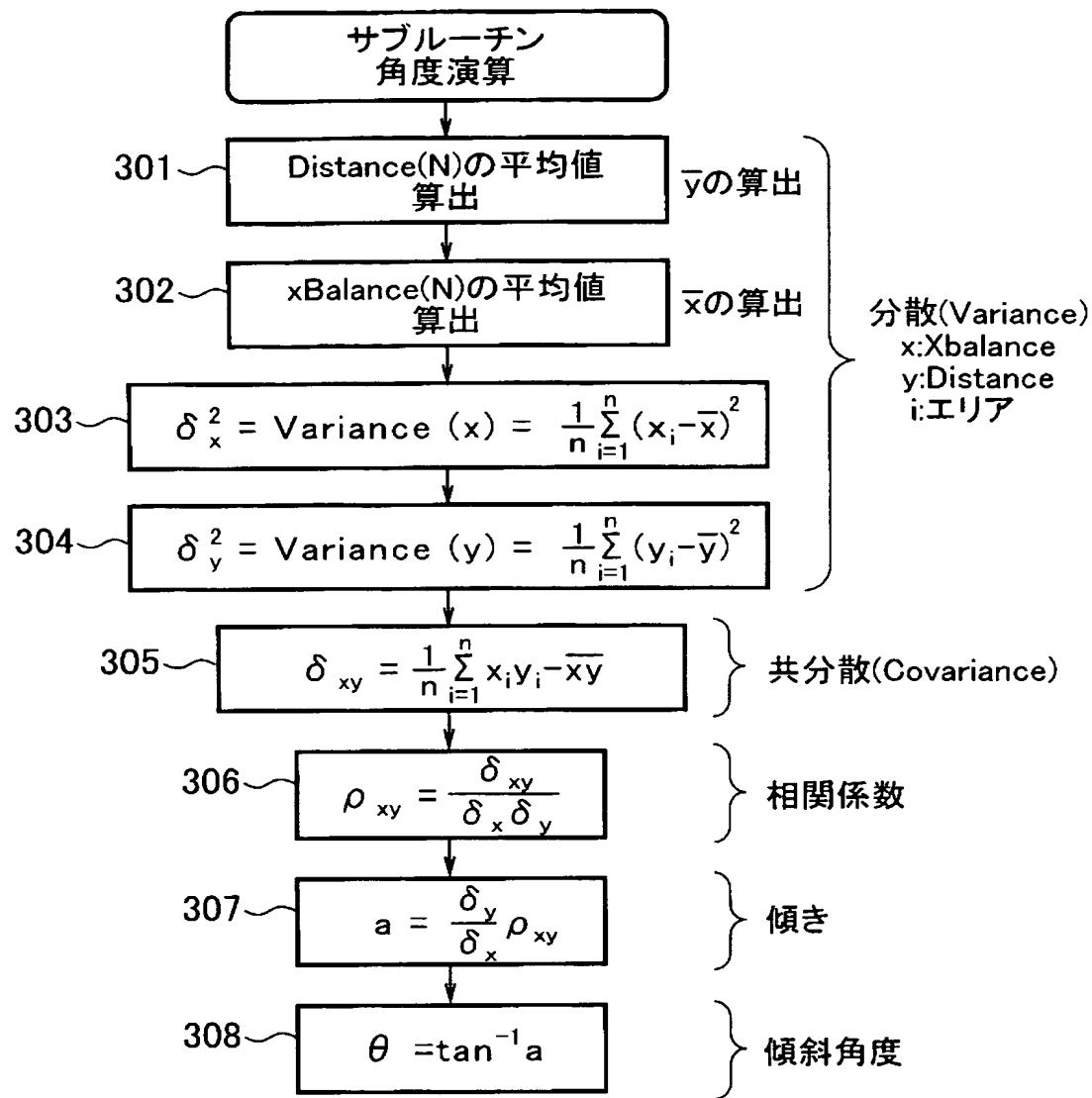
【図20】

$$X = (\alpha - 81) \times 0.015 \times d / 13.2$$



(0.015: 画素ピッチ)

【図21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プロジェクタの投射光軸がスクリーン平面に垂直に当らないとスクリーン上の画像に台形歪みが発生する。この台形歪みを補正するためにスクリーンとの間の相対的な傾斜角度を自動的に正確に検出する角度検出装置を提供する。

【解決手段】 本発明の角度検出装置は、基線長だけ離間した一対のレンズ（31a、31b）、一対のレンズから離間して基線長方向に延びるラインセンサ（31c、31d）、ラインセンサからの出力に基づいて平面的な測定対象上に直線的に並んだ複数の異なる位置までの距離をそれぞれ演算する演算部（32）を備えたライン型測距装置（3）と、演算部が演算した距離の少なくとも2つの演算結果を用いこれらの演算結果の相関関係を表わす直線の近似を行ない、近似された直線の傾きを求めてこの傾きに基づき測定対象の傾斜角度を算出する傾斜角度算出部（53）とを含む。

【選択図】 図15 (b)

特願2002-360420

出願人履歴情報

識別番号 [396004981]

1. 変更年月日 1997年12月12日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都中央区京橋二丁目6番21号
氏 名 セイコープレシジョン株式会社

2. 変更年月日 2000年 5月25日
[変更理由] 住所変更
住 所 千葉県習志野市茜浜一丁目1番1号
氏 名 セイコープレシジョン株式会社